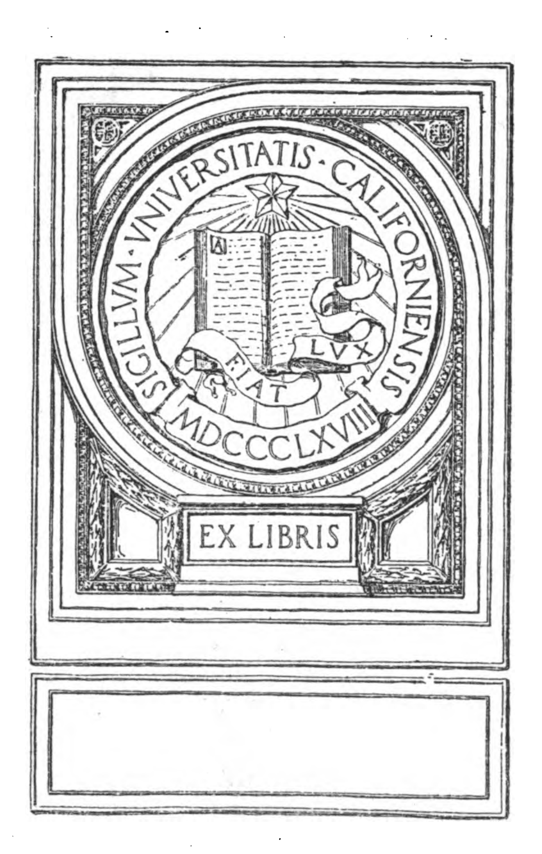
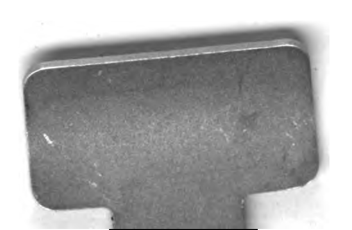
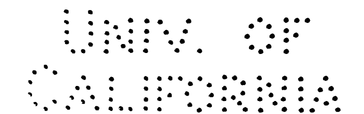





SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS





Sitzungsberichte

der

Physikalisch-medicinischen Societät

in

Erlangen.

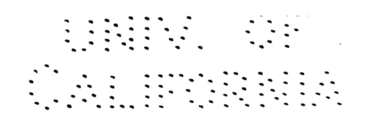
25. Heft.

1893.

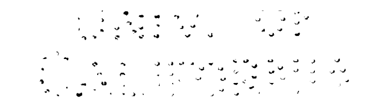
ERLANGEN.

Druck der Universitäts-Buchdruckerei von E. Th. Jacob.

1893.



Inhaltsverzeichniss.



Stand der Mitglieder

am 1. November 1893

48 ordentliche, 34 Ehren- und 76 korrespondierende Mitglieder.

In der folgenden Liste stehen die Abkürzungen: O.M. für ordentliches, K.M. für korrespondierendes, E.M. für Ehrenmitglied. Die Jahreszahlen beziehen sich auf die Zeit der Ernennung.

A. Ordentliche Mitglieder.

Bacharach J. Dr., kgl. Reallehrer, 1880.
Beckmann Ernst Dr., Professor, 1893.
Bischoff Dr., prakt. Arzt, 1893.
Blanckenhorn Max Dr., 1890.
Böttiger Aug., Apotheker, 1863.
Bouda Dr., 1893.
Brommer, Apotheker, 1885.
Büttner G., kgl. Reallehrer, 1880.
Bumm A. Dr., Professor, 1886.
Busch M. Dr., Privatdozent, 1890.
Ebert H. Dr., Privatdozent, 1886.
Eversbusch O. Dr., Professor, 1886.
Fischer G. O. Dr., Professor, 1885.
Fischer Dr., Assistent, 1893.
Fleischer Rich. Dr., Professor, 1877.
Fleischmann A. Dr., Privatdozent, 1886.
Fritsch O. Dr., prakt. Arzt, 1888.
Frommel R. Dr., Professor, 1887.
Gerlach Jos. v. Dr., Geheimrat, Professor, 1850.
Gerlach Leo Dr., Professor, 1874.
Gordan Paul Dr., Professor, 1874.

Graser Ernst Dr., Professor, 1884.
Hauser G. Dr., Privatdozent, 1881.
Heineke Walt. v. Dr., Professor, 1867.
Hermann Friedr. Dr., Professor, 1884.
Hetzel Wilh. Dr., prakt. Arzt, 1862.
Jacob Ch. Dr., Assistent, 1892.
Kiesselbach Wilh. Dr., Professor, 1877.
Knoblauch O. Dr., Privatdozent, 1889.
Koeberlin Dr., Oberarzt, 1885.
Maurer Aug. Dr., kgl. Bezirksarzt, 1862.
Noether Max Dr., Professor, 1875.
Oebbeke K. Dr., Professor, 1887.
Oels Dr., Assistent, 1890.
Paal C. Dr., Professor, 1887.
Penzoldt Franz Dr., Professor, 1874.
Pfeiffer H. Dr., Assistent, 1893.
Reess Max Dr., Professor, 1872.
Röhring Dr., Oberstabsarzt, 1886.
Rosenthal Is. Dr., Professor, 1872.
Schneider F. Dr., Hofzahnarzt, 1887.
Schulz O. Dr., Assistent 1889.
Selenka E. Dr., Professor, 1874.
Specht Dr., Oberarzt, 1892.
Strümpell A. v. Dr., Professor, 1886.
Wiedemann E. Dr., Professor, 1886.
Zenker F. Alb. v. Dr., Professor, 1863.
Zenker K. Dr., Assistent, 1891.

Eingetreten sind in der Zeit vom 1. Mai 1891 bis zum 1. November 1893 die Herren:

Beckmann, Bischoff, Fischer, Jacob, Kästle, Lehmann, Pfeiffer, Specht, Zacke.

Ausgetreten sind in derselben Zeit die Herren:

Bokorny, Kästle, Lehmann, Oels, v. Raumer, I. Rosenthal, Schöpp, Schulz, Späth, Zacke.

Die Gesellschaft verlor durch Tod ihr ordentliches Mitglied: Kappel.

B. Ehrenmitglieder.

Seine Königliche Hoheit Dr. Karl Theodor, Herzog in Bayern, 1888.

Baeyer Ad. v., Professor der Chemie, München, 1883.

Beyrich H. E., Professor der Geologie, Berlin, 1888.

Brioschi Fr., Direktor des Polytechnikum, Mailand, K.M. 1877, E.M. 1878.

Bunsen Rob. v. Excellenz, Professor der Chemie, Heidelberg, K.M. 1845, E.M. 1883.

Dubois-Reymond E., Professor der Physiologie, Berlin, K.M. 1859, E.M. 1878.

Ehlers E., Professor d. Zoologie, Göttingen, O.M. 1869, E.M. 1874.

Gegenbaur C., Professor der Anatomie, Heidelberg, 1883.

Gerhardt C. Dr., Professor der int. Medizin, Berlin, K.M. 1883, E.M. 1887.

Helmholtz H. v., Excellenz, Präsident der Physikalisch-technischen Reichsanstalt, Berlin, K.M. 1859, E.M. 1878.

Hermite Ch., Professor der Mathematik, Paris, 1883.

Hilger Alb., Professor der Chemie, München, O.M. 1872. E.M. 1893.

Kekulé A., Professor der Chemie, Bonn, K.M. 1859, E.M 1888.

Klein F., Professor der Mathematik, Göttingen, O.M. 1872, E.M. 1875.

Kölliker A. v., Professor der Anatomie, Würzburg, K.M. 1851, E.M. 1883.

Kussmaul Aug., Professor der Medizin, Heidelberg, K.M. 1859, K.M. 1863, E.M. 1883.

Leube W. v., Professor der Medizin, Würzburg, O.M. 1868, E.M. 1886.

Lister Jos., Professor der Chirurgie, London, 1883.

Lommel E. v., Professor der Physik, München, O.M. 1869, E.M. 1886.

Ludwig C., Professor der Physiologie, Leipzig, K.M. 1855, E.M. 1883.

Marey E. J., Professor der Physiologie, Paris, 1878.

Pettenkofer M. v., Professor der Hygiene, München, K.M. 1851, E.M. 1883.

Ried F., Professor der Chirurgie, Jena, O.M. 1839—1846, E.M. 1858.
Sachs J. v., Professor der Botanik, Würzburg, K.M. 1883, E.M. 1889.
Sandberger F., Professor der Mineralogie, Würzburg, 1878.
Seidel L. v., Professor der Mathematik, München, 1889.
Spencer-Wells Sir T., Professor der Chirurgie, London, 1883.
Thiersch C., Professor der Chirurgie, Leipzig, O.M. 1854, K.M. 1867, E M. 1883.
Thomson Sir W., Lord Kelvin, Professor der Physik, Glasgow, 1878.
Virchow R., Professor der path. Anatomie, Berlin, K.M. 1851, E.M. 1858.
Voit C. v., Professor der Physiologie, München, K.M. 1863, E.M. 1883.
Wiedemann G., Professor der Physik, Leipzig, K.M. 1864, E.M. 1888.
Ziemssen H. v., Professor der Medizin, München, O.M. 1863, E.M. 1878.
Zweifel P. Dr., Professor, Leipzig, O.M. 1876, E.M. 1887.

Die Gesellschaft verlor durch Tod ihre Ehrenmitglieder: E. v. Brücke, J. M. Charcot, A. W. v. Hofmann, W. Siemens, W. Weber.

C. Korrespondierende Mitglieder.

Bauer G., Professor der Mathematik, München, 1889.
Bäumler Ch., Professor der Medizin, Freiburg i/Br., O.M. 1872, K.M. 1874.
Berthelot, Professor der Chemie, Paris, 1860.
Boström E., Professor der pathol. Anatomie, Giessen, O.M. 1879, K.M. 1881.
Buchner L. A., Professor der Pharmacie, München, 1853.
Claus A., Professor der Chemie, Freiburg i/Br., 1870.
Cohn F., Professor der Botanik, Breslau, 1861.
Darreste Camille, Professor, Paris, 1886.
Delpino Fed., Professor der Botanik, Genua, 1875.
Duncan Dr., Professor der Gynaekologie, London, 1883.
Ernst A., Direktor des bot. Gartens, Caracas, 1875.
Fick A., Professor der Physiologie, Würzburg, 1869.

Filehne W., Professor der Pharmakologie, Breslau, O.M. 1874, K.M. 1886.
Fischer Emil, Professor der Chemie, Berlin, O.M. 1882, K.M. 1886.
Fittig R., Professor der Chemie, Strassburg, 1888.
Flemming W., Professor der Anatomie, Kiel 1888.
Flückiger F. A., Professor der Pharmakologie, Bern, 1888.
Foster Dr. B., Professor der Medizin, Birmingham, 1866.
Fresenius C. R., Professor der Chemie, Wiesbaden, 1857.
Geinitz H. B., Professor der Geologie, Dresden, 1861.
Gerichten Dr. E. v., Höchst, O.M. 1873, K.M. 1883.
Groth P., Professor der Mineralogie, München, 1888.
Günther S., Professor der Geographie, München, O.M. 1873, K.M. 1874.
Hansen A., Professor der Botanik, Giessen, O.M. 1879, K.M. 1882.
Hasse E., Professor der Medizin, Göttingen, 1844.
Heller A., Professor der Medizin, Kiel, O.M. 1869, K.M. 1872.
Hertwig O., Professor der Anatomie, Berlin, 1889.
Hertwig R., Professor der Zoologie, München, 1889.
Hertz, H. Professor der Physik, Bonn, 1889.
Hoyer H., Professor der Histologie und Entwicklungsgeschichte, Warschau, K.M. 1884.
Hubrecht A., Professor der Zoologie, Utrecht, O.M. 1874, K.M. 1875.
Hyrtl, Professor der Anatomie, Wien, 1839.
Immermann H., Professor der Medizin, Basel, O.M. 1866, K.M. 1871.
Karrer F., Direktor der Irrenanstalt Klingenmünster, O.M. 1872, K.M. 1883.
Kjerulf Th., Professor der Mineralogie und Geologie, Christiania, 1882.
Knorr L., Professor der Chemie, Jena, O.M. 1883, K.M. 1886.
Koch R., Geh. Regierungsrat, Professor, Berlin, 1883.
Königs W., Professor der Chemie, München, 1888.
Kohlrausch F., Professor der Physik, Strassburg, 1883.
Krause W., Professor der Anatomie, Berlin, 1861.
Kries v., Professor der Physiologie, Freiburg i/Br., 1889.
Kühne W., Professor der Physiologie, Heidelberg, 1886.
Lepine, Professor, Lyon, 1888.
Lieben A., Professor der Chemie, Wien, 1870.

Liebermeister C. v., Professor der Medizin, Tübingen, 1866.
Limpricht H., Professor der Chemie, Greifswald, 1856.
Lüroth J., Professor der Mathematik, Freiburg i/Br., 1883.
Meissner G., Professor der Physiologie, Göttingen, 1860.
Meyer V., Professor der Chemie, Heidelberg, 1883.
Michel J., Professor der Augenheilkunde, Würzburg, O.M. 1873, K.M. 1878.
Müller Baron F. v., Direktor des bot. Gartens, Melbourne, 1860.
Müller W., Professor der path. Anatomie, Jena, O.M. 1856, K.M. 1861.
Ost H., Professor der Chemie, Hannover, 1889.
Oudemans, Professor der Botanik, Amsterdam, 1861.
Pechmann Frhr. v., Professor der Chemie, München, 1889.
Prym P., Professor der Mathematik, Würzburg, 1883.
Richthofen F. Frhr. v., Professor der Geographie, Berlin, 1883.
Rindfleisch G. E., Professor der pathologischen Anatomie, Würzburg, 1883.
Röntgen W. C., Professor der Physik, Würzburg, 1889.
Rothmund A. v. Dr., Professor der Ophthalmologie, München 1887.
Saemisch Th., Professor der Ophthalmologie, Bonn, 1887.
Saporta Marquis G. de, Aix, 1883.
Sattler H., Professor der Ophthalmologie, Leipzig, O.M. 1876, K.M. 1886.
Schwalbe G., Professor der Anatomie, Strassburg i/E., 1886.
Schweinfurth Dr. G., Kairo, 1865.
Sohncke Leonhard, Professor der Physik, München, 1889.
Sonderegger Dr., St. Gallen, 1883.
Steiner J. Dr., Arzt, Cöln, O.M. 1876, K.M. 1879.
Strasburger E., Professor der Botanik, Bonn, 1883.
Suringar G., Professor der Botanik, Leyden, 1865.
Ulrich, Direktor der Irrenanstalt, Deggendorf, O.M. 1874, K.M.
Volhard J., Professor der Chemie, Halle, O.M. 1879, K.M. 1882.
Weyl Th. Dr., Berlin, O.M. 1879, K.M. 1883.
Wislicenus J., Professor der Chemie, Leipzig, 1864.
Zittel C. A. v., Professor der Palaeontologie, München, 1883.
Zuntz, Professor der Physiologie, Berlin, 1889.

Die Gesellschaft verlor durch Tod ihre korrespondierenden Mitglieder: J. Hasner v. Artha, H. Kopp, E. v. Reusch, **Roscoe, F. W. Scanzoni v. Lichtenfels, R. Schomburgk, C. Semper.**

Vorstand.

Vom 1. Mai 1893 an besteht derselbe aus den Herren:

Noether, I. Direktor,
Hauser, II. Direktor,
Ebert, I. Sekretär,
Blanckenhorn, II. Sekretär,
Böttiger, Cassier.

Tauschverkehr.

Zu den Gesellschaften, mit welchen die Societät in Tauschverkehr steht, sind im Laufe der beiden letzten Jahre 1891—93 hinzugetreten:

München, ärztlicher Verein.
Jekaterinburg, ärztlicher Verein.
Chile, Societé scientifique.

Zusendungen von Büchern etc. für die Gesellschaft wolle man direct an die Societas Physico-Medica zu Erlangen richten, welche, sofern nicht **besondere** Empfangsanzeige **verlangt** wird, für eingegangene Schriften **nur** in dem folgenden Verzeichnisse dankt.

Verzeichniss

der vom 2. Mai 1891 bis 31. Dezember 1893 eingegangenen Druckschriften:

A) im Tauschverkehr.

Adelaide, Botan. Garden:

Augsburg, Naturhist. Ver. f. Schwaben u. Neuburg: Ber. XXX.

Baltimore, Johns Hopkins Univ.: Americ. Chemic. Journ. XIII. XIV, 1—7. General Index to I—X. — Biolog. Laborat.: Studies IV, 7. V, 1.

Bamberg, Naturforsch. Gesellsch.: Ber. XVI.

Basel, Naturforsch. Gesellsch.: Verhandl. X, 1.

Batavia, Natuurk. Vereenig. in Nederl.-Indië: Tijdschrift XLVIII, 1—3. XLIX. LI. LII.

Bergen, Museum: Aarsberetn. 1890—1892.

Berlin, K. Akad. d. Wissensch.: Math.-Naturw. Mitteil. 1891—1893, 7; Sitz.-Ber. 1892—1893, 48. — Botan. Ver. f. d. Prov. Brandenburg: Verhandl. XXXI—XXXIV. — Deutsche Chem. Gesellsch.: Ber. 1891—1893, 18. — Gesellsch. naturforsch. Freunde: Sitz.-Ber. 1890—1892. — Medizin. Gesellsch.: Verhandl. XXI—XXIII. — Physikal. Gesellsch.: Verhandl. IX. X. — Physiolog. Gesellsch.: Verhandl. 1889/90—1890/91, 14. — Polytechn. Gesellsch.: Centralbl. 1889/90—1893/94, 5. — Geolog. Landesanst. u. Bergakad.: Jahrb. 1889—91. — Ver. f. innere Medizin: Verhandl. IX. — Deutsche Medizinalztg.: 1892—1893, 103.

Bern, Naturforsch. Gesellsch.: Mitteil. 1244—1304.

Bistritz, Gewerbeschule:

Bonn, Naturhist. Ver. f. d. preuss. Rheinl. u. Westph: Verhandl. XLVII—L.

Bordeaux, Soc. d. Sciences Phys. et Natur.: Mém. IV. Sér. I. II. III, 1 et Append.

Boston, Americ. Acad. of Arts and Sciences: Proceed. XVII. XIX. — Soc. of Natur. Hist.: Proceed. XXV. XXVI.

Braunschweig, Ver. f. Naturwissensch.: Jahresber. 1887—1891.

Bremen, Naturwissenschaftl. Ver.: Abhandl. XII, 1—3.

Breslau, Schles. Gesellsch. f. vaterländ. Cultur: Jahresber. LXVIII—LXX u. Erg.-Heft 1. 2.

Brünn, Naturforsch. Ver.: Verhandl. XXVIII—XXX; Ber. d. meteorolog. Comm. VIII—X.

Brüssel, Acad. Royale de Méd : Bull. IV. Sér. VI. VII, 1—9. — Acad. Royale d. Sciences etc.: Annuaire LVI—LIX; Bull. V. Sér. XVIII—XXIV; Mém. XLVIII—L, 1; Mém. cour. L—LII; Mém. d. sav. étr. XLIII—XLVI. — Soc. Entomolog. de Belg.: Compt. rend. IV. Sér. 2—10. 15—25. — Soc. Royale de Botan.: Bull. XXIX.

Buenos-Aires, Museo Publico:

Bukarest, Soc. de Sciinte Fiz.: Bul. I, 1—II, 8.

Cambridge (Mass.), Museum of Comparat. Zool.: Bull. XVI, 11—14. XX, 2—8. XXI, 1—5. XXII. XXIII. XXIV, 1—7. XXV, 1; Ann. Rep. 1889/90—1891|92.

Charkow, Soc. d. Sciences expériment.: Travaux 1886—1888.

Chemnitz, Naturwissenschaftl. Gesellsch.:

Cherbourg, Soc. Nationale d. Sciences Natur. et Math.: Mém. III. Sér. VI—VIII.

Christiania, K. Univ.: Norges offic. Statist. III. R. 95. 103. 116. 125. 143. 145. 161. 162. 164; Johannessen, Epidem. Verbreitg d. Scharlachfiebers in Norwegen.

Chur, Naturforsch. Gesellsch. Graubündens: Jahresber. XXXIV—XXXVI.

Córdoba, Acad. Nacional de Ciencias: Bol. XI, 4.

Danzig, Naturf. Gesellsch.: Schriften N. F. VI, 4.—VIII, 2.

Dorpat, Naturf. Gesellsch.: Schriften I, 6. 6 [vielmehr 7]; Sitz.-Ber. IX, 3. X, 1.

Dresden, Gesellsch. f. Natur- u. Heilk.: Jahresber. 1890|91—1892|93. — Naturwissenschaftl. Gesellsch. Isis: Sitz.-Ber. 1889, Juli —1893, Juni.

Dublin, Royal Dublin Soc.: Proceed. VI, 7—VII, 4; Transact. II. Ser. IV, 1—8. — Royal Irish Acad.: Cunningham Mem. VI—VIII; Proceed. II. Ser. I, 5. II, 1—5; Transact. XXIX, 8—13. 16—19. XXX, 1—10.

Dürkheim, Pollichia: Mitteil. IV—VI.

Edinburgh, Royal Botan. Garden: — Royal College of Physicians: Rep. III. IV. — Botan. Soc.: Transact. XVII, 3. XVIII. XIX, A—R. — Physic. Soc.: Proceed. 1890|91. 1891|92. — Royal Soc.: Proceed. XVII. XVIII.

Elberfeld, Naturwissenschaftl. Ver.:

Emden, Naturforsch. Gesellsch.: Jahresber. LXXV—LXXVII.

Florenz, Biblioteca Nazionale Centrale: Boll. 82—192. — Istituto di Studi sup.: Pubblic. XV. XVI. — Soc. Botan. Ital.: Bull.

1892—1893, 7; Giornale XXIII—XXV, 3. — **Scuola d'Anat. patolog.:**

Frankfurt a|M., Aerztl. Ver.: Jahresber. XXXIV–XXXVI; Statist. Mitteil. 1890–1892. — **Physikal. Ver.:** Jahresber. 1889|90—1891|92. — **Senckenberg. Gesellsch.:** Abhandl. XVI, 2—4. XVII, 1. 2; Ber. 1891–1893.

Frankfurt a|O., Naturwissensch. Ver.: Mitteil. (bezw. Helios): II, 1. 6. V, 11. 12. VI, Titel u. Inh. VIII—XI, 5; Societatum Litterae 1889, 2. 3. 1890, 4—6. 1891—1893, 7.

Frauenfeld, Thurgauische Naturforsch. Gesellsch.: Mitteil. VIII—X.

Freiburg i/B., Naturforsch. Gesellsch.: Ber. V, 1—VII, 2.

Fulda, Ver. f. Naturk.:

St. Gallen, Naturforsch. Gesellsch.: Ber. 1888|89—1890|91.

Genf, Soc. de Phys. et d'Hist. Natur.: Compt. rend. VII—IX; Mém. 1890, 1—3 (Centenaire).

Gent, Dodonaea: Jaarb. I—III.

Giessen, Oberhess. Gesellsch. f. Natur- u. Heilk.: Ber. XXVIII. XXIX.

Görlitz, Naturforsch. Gesellsch.: Abhandl. XX.

Göttingen, K. Gesellsch. d. Wissensch.: Nachr. 1891—1893, 4.

Graz, Ver. d. Aerzte in Steiermark: Mitteil. XXVII—XXIX. — Naturwissenschaftl. Ver. f. Steiermark: Mitteil. XXVII—XXIX.

Greifswald, Naturwissenschaftl. Ver. f. Neu-Vorpommern u. Rügen: Mitteil. XXII—XXIV.

Haarlem, Musée Teyler: Archives II. Sér. III, 4—6. IV, 1. — Soc. Holland. d. Sciences: Archives XXIV, 2—XXVII, 3.

Halifax, Nova Scotian Institute of Science: Proceed. VII, 4. II. Ser. I, 1.

Halle a|S., K. Leopold.-Carol.-Acad.: Leopoldina XXVII–XXIX, 20. — Naturforsch. Gesellsch.: Ber. 1888—1891. — Naturwissenschaftl. Ver. f. Sachsen u. Thüringen: Zeitschr. LXIII, 4—LXVI, 4.

Hamburg, Naturwissenschaftl. Ver.: Abhandl. XI, 2. 3. XII, 1. — Ver. f. naturwissenschaftl. Unterhalt.: Verhandl. VII.

Hanau, Wetterauische Gesellsch. f. d. ges. Naturk.: Ber. 1889—1892.

Hannover, Naturhist. Gesellsch.: Jahresber. XXXVIII—XLI.

Heidelberg, Naturhist.-Medizin. Ver.: Verhandl. IV, 5. V, 1.

Helsingfors, Soc. pro Fauna et Flora Fenn.: Acta V, 1. 2. VI—VIII; Meddelanden XVI—XVIII. — Soc. Scient. Fenn.: Acta XVII. XVIII; Bidrag: XLIX—LI; Öfversigt XXXII—XXXIV.

Innsbruck, Naturwissenschaftl.-Medizin. Ver.: Ber. XIX. XX.

Iowa City, State Univ. (Laborat. of Natur. Hist.): Bull. I, 3. 4. II, 1.

Jekaterinburg, Soc. Oural. de Méd.: Mém. II, 1. 2. IV, Suppl. 1.

Jena, Medizin.-Naturwissenschaftl. Gesellsch.:

Karlsruhe, Naturwissenschaftl. Ver.:

Kasan, Soc. Phys.-Math.: Bull. II. Sér. II, 3.

Kassel, Ver. f. Naturk.: Ber. XXXVI—XXXVIII.
Kiel, Naturwissenschaftl. Ver. f. Schlesw.-Holst.: Schrift. VIII, 2—X, 1.
Kiew, Soc. d. Naturalistes: Mém. X, 3. 4. XI, 1. 2.
Klausenburg, Siebenbürg. Museumsver.: Értesitö 1891, I. II. 1892, I. II.
Königsberg, Phys.-Ökonom. Gesellsch.: Schriften XXXI—XXXIII u. Jentzsch Führer durch d. geolog. Samml.
Kopenhagen, Acad. Royale: Bull. 1890, 3—1893, 1. — Naturhist. Forening: Meddelelser 1890—1892.
Landshut, Botan. Ver.: Ber. XII.
Lausanne, Soc. Vaudoise d. Sciences Natur.: Bull. CII—CXII.
Leipzig, Fürstl. Jablonowskische Gesellsch.: Preisschriften XXVII. XXIX. — Naturforsch. Gesellsch.: Sitz.-Ber. XVII. XVIII. — K. Sächs. Gesellsch. d. Wissensch.: Ber. (Math.-Phys. Kl.) 1890, 3 —1893, 6.
London, Nature 1175—1260. — Botan. Soc.: — Math. Soc.: Proceed. 391—468. — Royal Soc.: Proceed. 292—327; Transact. 1889, B. 1890—1892 with List of Members.
Lüneburg, Naturwissenschaftl. Ver.: Jahreshefte XII.
Lüttich, Soc. Royale d. Sciences: Mém. XVII.
Luxemburg, Institut Royal Gr.-Duc. (Sciences Natur.): Publ. XXII. — Soc. Botan.: Recueil XII.
Magdeburg, Naturwissenschaftl. Ver.: Jahresber. 1890—1892.
Mailand, Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere: Rendic. XXIV. — Soc. Ital. di Scienze Natur.: Atti XXXII—XXXIV, 3.
Marburg, Gesellsch. z. Beförderung d. ges. Naturwissensch.: Sitz.-Ber. 1890—1892.
Melbourne, Botan. Garden: — Geograph. Soc.:
Meriden, Scientific Association: Transact. III. IV.
Milwaukee, Public Museum of the City:
Moskau, Soc. Impér. d. Naturalistes: Bull. 1890—1893.
München. Gesellsch. f. Morphol. u. Physiol.: Sitz.-Ber. VII—IX, 2. — Medizin.-Klin. Institut: — Aerztl. Ver.: Sitz.-Ber. I. II. — Wochenschr. f. Tierheilk. 1891—1893, 45.
Münster i|W., Westf. Provinzialver. f. Wissensch. u. Kunst: Jahresber. 1889—1891.
Neapel, Zoolog. Station: Mitteil. IX, 3 —XI, 2.
Neuchâtel, Soc. d. Sciences Natur.: Bull. XVII—XX.
New South Wales s. Sidney.
New-York, Acad. of Sciences: Annals V, 4—8 and Extra 1—3. VI, 1—6. VII, 1—5; Transact. IX. X, 2—8. XI, 1—5.
Nürnberg, Medizin. Gesellsch. u. Poliklinik: Jahresber. 1890—1892. — Naturhist. Gesellsch.: Jahresber. 1890—1892; Abhandl. IX. X, 1. — Aerztl. Lokalver.: Sitz.-Protokolle 1890. 1891. —

List of the Fellows, Members . . . of the R. College of Physicians. London 1893.

Noether, M., [Anzeige von:] Poincaré, Sur le problème des trois corps. Sep.-Abdr.

Patentgesetz, D. Deutsche, v. 7. Apr. 1891 sowie Gesetz betr. d. Schutz v. Gebrauchsmustern. Sep.-Abdr.

Prym, F., Üb. orthogonale, involutor. u. orthogonal.-involutor. Substitutionen. Sep.-Abdr.

Record, The Pacific. Medicine and Surgery. VIII, 3. San Francisco.

Revista Argentina de Hist. Natur. dir. por Ameghino. I, 1—6. Buenos Aires 1891.

Rogel, F., Zur Theorie d. höh. Integrale. Arithmet. Relationen. Sep.-Abdrr.

Rost, G., Unters. üb. d. allgemeinste lineare Substitution. Leipz. 1892.

Sandberger, F. v., Mineralien aus d. Fichtelgebirge. Nocerinähnl. Mineral v. Arendal. Geol. Skizze d. Umgebung v. Würzburg. Üb. d pleistocänen Kalktuffe d. fränk. Alb. Sep.-Abdrr.

Sonderegger, L., Vorposten d. Gesundheitspflege. 4. A. Berlin 1892.

Studies, University. Publ. by the Univ. of Nebraska. I, 4. Lincoln, Nebr. 1892.

Tuberkulosis. Reprints of 3 editorials regarding the Priority.

Verhandlungen d. Allg. D. Bäderverbandes. Hrsg. v. F. C. Müller u. J. H. F. Kraner. I, 1892. München.

Vogel, E., The atomic weights are, under atmospheric pressure. not identical with the specific gravities. (Alameda 1893).

Wools, W., Plants indigenous and naturalised in the Neighbourhood of Sydney. Sydney 1891.

Yandell, D. W., Pioneer Surgery in Kentucky. Louisville 1890.

Sitzungen.

Die physikalisch-medizinische Societät hielt vom 1. Mai 1891 bis zum 1. November 1893 18 Sitzungen ab, deren wissenschaftliches Material in den nachstehenden Sitzungsberichten niedergelegt ist.

Verzeichniss der in den Sitzungen gehaltenen Vorträge.

Sitzung am 12. V. 1891.

Blanckenhorn: Entwicklungsreihen von Süsswasserschnecken in slavonischen und syrischen Tertiärablagerungen.

Besthorn: Ueber die Darstellung von Anilido- und Oxyderivaten der Akridine aus organischen Säuren und Diphenylmetaphenylendiamin sowie von Oxyakridinen aus organischen Säuren und Oxydiphenylamin.

Sitzung am 8. VI. 1891.

H. Ebert: Ueber die Mondphotographieen der Lick-Sternwarte, mit Demonstrationen.

Nöther: Neue Einsicht in die Mechanik des Himmels.

Rosenthal: Calorimetrische Untersuchungen über das Fieber.

Sitzung am 13. VII. 1891.

Kiesselbach: Demonstration eines Apparates zur Erklärung der Verhältnisse bei der Knochenleitung beim gesunden und kranken Menschen.

O. Schulz: Ueber Wirkung und Schicksal des sog. Saccharins im Organismus.

Selenka: Ueber die Ernährung des Eilings der Säugetiere.

Sitzung am 27. VII. 1891.

Oebbeke: Ueber den Granit des Eprechtsteines und die in demselben vorkommenden Mineralien.

E. Wiedemann: Kleine Mitteilungen.

a) Ein von Ibn Al Haitham gelöstes arithmetisches Problem.

b) Elektromotorische Kräfte in festen Salzen.

c) Ueber die Lage der Absorptionsstreifen in verschiedenen Lösungsmitteln.

Röse (als Gast): Ueber die Zahnentwickelung beim Menschen.

C. Paal: Zur Kenntnis der Indazole.

Sitzung am 16. XI. 1891.

E. Wiedemann: Ueber H. von Helmholtz.

A. von Zenker: Ueber Virchow.

Sitzung am 14. XII. 1891.

E. Wiedemann: Ueber elektrische Entladungen.

O. Schulz: Die saure Reaktion des frischen und des totenstarren Muskels.

Sitzung am 11. I. 1892.

O. Schulz: Kurze Mitteilung über die chemische Zusammensetzung einer Fettgeschwulst.

I. Rosenthal: Kurze Mitteilung über einen Apparat zur Gasanalyse.

A. Fleischmann: Das Modellieren beim entwickelungsgeschichtlichen Unterricht.

Sitzung am 8. II. 1892.

E. Wiedemann: Ueber Entladungen.

M. Busch: Ueber eine Synthese von β-Phendihydrotriazinen.

W. Kiesselbach: Ueber Sprachstörungen.

Sitzung am 7. III. 1892.

I. Rosenthal: Weiteres über Calorimetrie.

Selenka: Entwickelung des Vampyrs.

C. Paal: Moleculargrösse der Peptone.

Sitzung am 20. VI. 1892.

O. Fischer: Farbstoffe der Indulinreihe mit Demonstrationen.

Th. Bokorny: Ueber Kohlensäureassimilation.

A. Fleischmann: Der einheitliche Stil der Placentarbildung bei Nagetieren.

Sitzung am 11. VII. 1892.

W. Kiesselbach: Zur Einwirkung des galvanischen Stromes auf Seh- und Geschmacksnerven.

M. Busch: Ueber β-Phentriazine.

A. Hilger: a) Ueber den gelben Farbstoff der Ringelblume.
b) Ueber die Bildung des Coffein.

C. Paal: Ueber die Bedeutung des o-Nitrobenzylchlorids für die organische Synthese.

Sitzung am 12. XII. 1892.

C. Paal: Ueber eine neue Bildungsweise der untersalpetrigen Säure.

O. Fischer: Ueber A. W. von Hoffmann.

Sitzung am 16. I. 1893.

Oebbeke: Ein für Bayern neues Mineralvorkommen: Topas vom Epprechtstein im Fichtelgebirge.

I. Rosenthal: Bestimmung der Atmungsprodukte und Calorimetrie.

Sitzung am 13. II. 1893.

E. Wiedemann: Ueber Werner von Siemens.

E. Beckmann: Die verschiedenfarbigen Lösungen des Jod.

Sitzung am 6. III. 1893.

Hauser: Zur Vererbung der Tuberkulose.

O. Schulz: a) Ein Fütterungsversuch mit C. Paal'schem Glutinpepton.
b) Das Verhalten des C. Paal'schen Glutinpeptons in der Blutbahn.

Sitzung am 8. V. 1893.

C. Paal: Die Umwandlung des Thiocumacons in Thiochinazoline.

Oebbeke: Ein neuer Fund des Topas im Fichtelgebirge.

Sitzung am 12. VI. 1893.

M. Blanckenhorn: Die Entstehung des roten Meeres.

Sitzung am 17. VII. 1893.

I. Rosenthal: Der gegenwärtige Stand der Cholerafrage.

Inhalt.



Ueber die chemische Zusammensetzung des Lipoms.

Von G. Schwalbach.

Am 4. Mai 1891 wurde in der Erlanger Frauenklinik eine Frau von einem Lipom befreit, das angesichts seiner ausserordentlichen Grösse und Schwere — es wog 56 Pfund — sowie deswegen, weil es in diagnostischer Beziehung viel Interessantes bot, einer eingehenderen Bearbeitung vom klinischen Standpunkt aus wert erschien. W. Mejer übernahm diese Aufgabe und machte die Geschwulst zum Gegenstand seiner Dissertation [1]), auf welche ich bezüglich aller klinischen Details des eigenartigen Falles hier verweisen möchte. Gleichzeitig aber gab die Operation des Lipoms, indem sie eine Fülle ganz homogenen Materials zu Tage förderte, Gelegenheit zur chemischen Untersuchung des Fettgewebes. In der nachfolgenden Arbeit, die auf Anregung von Herrn Professor Dr. J. Rosenthal und Herrn Dr. O. Schulz, Assistenten am physiologischen Institute zu Erlangen, unternommen wurde, habe ich die Aufgabe, die chemische Zusammensetzung des Tumors zu ermitteln, zu lösen versucht.

Auf Literaturangaben, welche über derartige Geschwülste in der angegebenen Richtung Mitteilungen brächten, bin ich nur bezüglich eines Punktes imstande zu verweisen und werde darauf weiter unten zurückkommen.

Den Hauptteil der folgenden Untersuchungen machten die Analysen der Fette aus. Man möge mir daher gestatten, mit wenigen Worten an die Entwicklung unserer Kenntnis von der Natur der Fette zu erinnern. Wie neu dieselbe noch ist, geht daraus hervor, dass man erst im Jahre 1779 hinsichtlich der Konstitution der Fette aufgeklärt wurde. Scheele entdeckte in diesem Jahre bei der Bereitung von Bleipflaster das Glyzerin oder,

---

1) W. Mejer, Über einen Fall von retroperitonealem Lipom. Inaug.-Diss. Erlangen 91.

wie er es nannte, *principium dulce oleorum.* Unter den späteren Forschern, welche dieses Gebiet der Chemie erfolgreich bearbeiteten, nimmt Chevreul den vornehmsten Platz ein. Seine Arbeiten sind die Grundlage aller folgenden Untersuchungen geworden. In den *Recherches chimiques sur les corps gras d'origine animale* (1810—1823) hat er die Ergebnisse seiner Forschung niedergelegt. Nach ihm sind wir besonders durch Berthelot und Heintz über das Wesen der Fette des genaueren belehrt worden; ersterer beschäftigte sich viel mit der „Synthese der Fette aus den fetten Säuren und dem Glyzerin“[1]; letzterer hat durch die Verbesserung der Untersuchungsmethoden[2] der Chemie grosse Dienste geleistet. Gottlieb[3], v. Oudemann[4] und von der Recke[5] sind ferner vor anderen[6] als hervorragend auf diesem Gebiete zu nennen.

Die Untersuchungen von Chevreul und seinen ersten Nachfolgern geben uns fast nur qualitative Analysen über die Fette; über Menschenfett im besonderen wird sehr wenig berichtet. Erst in der allerneuesten Zeit hat man auch hierüber mehr gearbeitet. So erwähnt Lebedeff in seinen Untersuchungen über die Ernährung mit Fett[7] auch die Analyse eines Lipoms. Seine Angaben sind folgende:

„Gesamtgewicht 415 gr, trockner Rest und Wasser 45 gr. Das Lipomfett ist fast farblos, bei der gewöhnlichen Temperatur halbflüssig. Die Zusammensetzung der Fettsäuren war:

1) 66,7 %	Oleïnsäure	1) 28,7 %	Palmitin- und
2) 67,2 %		2) 27,8 %	Stearinsäure.“

Wenn ich die Angaben Lebedeffs fast vollständig citire, so liegt dies daran, dass es die einzige Untersuchung über Lipomfett

1) Annalen der Chemie und Pharmacie, Bd. 88 u. 92.
2) Journal für prakt. Chemie, Bd. 66.
3) Annal. der Chemie u. Pharmacie, Bd. 57.
4) Zeitschrift für Chemie, Bd. 3.
5) Zeitschrift für Fresenius, Beiträge zur Kenntnis der Verseifung der Fette, Bd. 19 p. 291.
6) z. B. Hoffmann, Beitr. zur Anat. u. Physiol. Festgabe für Ludwig 1875.
E. Schulze u. A. Reinecke, Landwirtschaftl. Versuchsstationen 9.
7) Zeitschrift für physiolog. Chemie, Bd. 6, 139—154.

ist, die ich habe auffinden können; ferner gestatten diese Daten einen Vergleich mit den von uns erhaltenen Ergebnissen.

Bevor ich zum experimentellen Teil der Arbeit übergehe, seien zur Erleichterung des Verständnisses und der Beurteilung meiner analytischen Befunde einige kurze Angaben über die Beschaffenheit des Lipoms vorausgeschickt.

Der Bau des Tumors war der einer gewöhnlichen Fettgeschwulst; er zeigte nur insofern eine Besonderheit, als das reine Fettgewebe in dem Maasse überwog, dass von bindegewebigen Bestandteilen und Gefässen makroskopisch wenig mehr zu erkennen war. Auf dem Durchschnitt erschien er glatt; seine Farbe war graugelb bis wachsgelb; beim Betasten hinterliess er das Gefühl von Elastizität und Fluktuation. Die mikroskopische Untersuchung entsprach dem makroskopischen Befunde. Man bemerkte grosse ovale bis runde Fettzellen, zwischen denen die spärliche Intercellularsubstanz als lockeres Bindegewebe — bei Aneinanderlagerung dreier Zellen als sternförmige Zellen — hervortraten. Die Geschwulst war also ein lipoma molle.

Der ganze Tumor wurde zur Konservirung in etwa 40 % Alkohol aufbewahrt. Vierzehn Tage nach der Operation erhielt ich durch die Güte des Herrn Prof. Dr. v. Zencker ein 1000 gr schweres Stück zur Verarbeitung. Für die Überlassung des Materials sei es mir gestattet, Herrn Prof. Dr. v. Zencker meinen verbindlichsten Dank hier auszusprechen. Ich liess das Stück, das ziemlich aus der Mitte der Geschwulstmasse herausgeschnitten war, bis zur Inangriffnahme der zweiten Probe, d. i. bis zum 27. Mai, in 40 % Alkohol liegen. Von diesem Tage an bis zur völligen Fertigstellung aller Proben d. i. bis zur Beendigung des I. Teils der analytischen Aufarbeitung wurde die Masse ohne Zusatz eines Konservirungsmittels in einem bedeckten Becherglase im Keller aufbewahrt. Ich erwähne diesen Umstand deshalb, weil er dadurch, dass eine, wenn auch geringe Verdunstung von Wasser an der Oberfläche der Fettmasse stattfinden konnte, das Ergebnis des I. Teiles der Untersuchung beeinflusst zu haben scheint. Inanbetracht der voraufgehenden Aufbewahrung in verdünntem Alkohol, dessen Einwirkung zuerst das ganze Lipom und dann — für kurze Zeit — das verarbeitete Stück ausgesetzt gewesen war, wird man vielleicht einwerfen, dass der Alkohol gewisse Substanzen aus dem Fettgewebe extrahirt habe und dass dadurch

die analytischen Resultate modifizirt worden seien. Als solche Substanzen könnten hier nur die freien Fettsäuren in Frage kommen. Aber die Palmitin-, Stearin- und Ölsäure sind in so stark gewässertem Alkohol sehr wenig löslich, und ferner ist es wohl auszuschliessen, dass diese Konservirungsflüssigkeit, von welcher die Fettmasse nur schwer benetzt wurde, weiter als bis in die oberflächlichen Schichten der kompakten Geschwulststücke eingedrungen sei.

Experimenteller Teil.

I[1]).

Zusammensetzung des Lipoms, sein Gehalt an Wasser, Fett und Bindegewebe.

Das etwa 1 kgr schwere Stück präparirte ich von Anhängen und aufgelagertem Bindegewebe frei, so dass es allseitig eine verhältnismässig glatte gleichmässig gelbe Oberfläche darbot. Von der gesäuberten Fettmasse, die makroskopisch völlig gleichartig erschien, entnahm ich zunächst fünf einzelne Stücke im Gewicht von 68 gr, 68,8 gr, 90,5 gr, 407 gr und 5,895 gr. Der Rest diente zum Teil zur histologischen Untersuchung, zum Teil wurde er später gleichfalls zur Analyse verwendet. Die fünf ersten Proben und, nach Beendigung der ersten analytischen Bestimmungen aus denselben, d. h. nach zwei und einer halben Woche, auch die sechste wurden folgendermaassen verarbeitet:

Ich zerkleinerte das betreffende Stück grob mit der Scheere, brachte es in eine gewogene Porzellanschale und mit dieser in einen Trockenschrank, der allmählich angewärmt und schliesslich eine Stunde lang auf einer Temperatur von 110° bis 115° C. gehalten wurde. Die vier grösseren Proben liess ich im Trocken-

---

1) Allgemein benutzt für I u. III: Benedikt, Analyse der Fette u. Wachsarten.

schrank, die Probe von 5,895 gr wie auch später die von 6,2 gr im Exsiccator erkalten. Aus dem bei der jetzt vorgenommenen Wägung sich ergebenden Gewichtsverluste fand ich den Wassergehalt der betreffenden Probe.

Bei den grösseren Proben wurde der Trockenrückstand dann bis zum Schmelzen des wiedererstarrten Fettes erwärmt und das flüssige ganz klare Fett abgegossen. Der übrigbleibende Teil, das noch fetthaltige geschrumpfte Bindegewebe wurde im Mörser zerrieben und in einem vereinfachten, dem Drechsel'schen nachgebildeten Extraktionsapparate [1]) mit Aether erschöpft. Hierauf wurde auf dem Wasserbade der Aether aus dem Aetherextrakte verjagt und das rückständige Fett mit dem vorher abgegossenen vereinigt, die gesamte Fettmenge noch einmal bei 110—115° C. getrocknet und nach dem Erkalten gewogen. Bei den kleineren Proben von 5,895 gr und 6,2 gr spülte ich den von Wasser befreiten Trockenrückstand aus dem Schälchen direkt mit Aether auf das im Extraktionsapparat befindliche Filter.

Die Extraktion nahm ungefähr eine halbe Stunde bis eine Stunde in Anspruch. Nach Vollendung derselben blieb der Apparat einige Stunden oder über Nacht stehen, dann wurde das entfettete Bindegewebe aus dem Apparate herausgenommen, aus der lufttrocknen Patrone auf ein Uhrglas geschüttet, im Trockenschranke bei 105° getrocknet und gewogen.

Ehe ich die Resultate der Analyse anführe, mag hier noch eine kurze Bemerkung über die Beschaffenheit der gewonnenen Substanzen Platz finden. Das bei 35° flüssig bleibende Fett, das ganz geruchlos war, glich in seiner Farbe dem Olivenöl. Nach

---

1) Der Extraktionsapparat bestand aus einem etwa 3/4 Liter fassenden Rundkolben, einem Sendtner'schen Kugelkühler und einer 2 cm im Durchmesser weiten, sich unten verjüngenden Glasröhre mit angeschmolzenem Seitenrohre. Das doppelt gebogene enge Seitenröhrchen, welches den abfliessenden Aether in den Kolben zurückführt, wie es am Soxhlet'schen Apparate angebracht ist, fehlte. Der Aether floss aus der unteren 1 cm weiten Oeffnung in den Kolben zurück. Um den Aether in dem Extraktionsraume während der Dauer des Versuches aufzustauen, brauchte ich die Abflussöffnung nur lose mit einem passenden Fliesspapierpfropf zu verstopfen. Die Substanz wurde, um keinen Verlust zu erleiden, in einer Patrone von Fliesspapier resp. bei den kleinen Proben in dem Filter selbst in die Röhre gebracht.



dem Erstarren, — die Temperatur des Laboratoriums schwankte zwischen 15° und 20° — hatte es das Aussehen, welches das genannte Oel bei grosser Kälte zeigt.

Das entfettete und getrocknete Bindegewebe bildete nach dem Zerreiben im Mörser ein gelblichbraunes amorphes Pulver, an dem ein ausgesprochen angenehmer Geruch nach frischem süssen Gebäck auffiel.

Die Wägungen ergaben folgende Zusammensetzung der einzelnen Lipomproben:

Datum der Verarbeitung	Nr. der Probe	Gewicht der Probe	Gewicht des Wassers, durch Verlust bestimmt	Gewicht des Fettes	Gewicht des Bindegewebes
		gr	gr	gr	gr
20. V.	I	68	16,0	50,4	1,3
27. V.	II	68,8	15,8	51,2	1,55
1. VI.	III	90,5	18,9	69,6	1,8
2. VI.	IV	407,0	84,0	312,8	9,1
5. VI.	V	5,895	1,034	4,481	0,207
16. VI.	VI	6,200	0,610[1])	5,340	0,125

Aus diesen Zahlen berechnet sich folgende prozentische Zusammensetzuug der untersuchten Stücke:

		%	%	%
I		23,53	74,11	1,91
II		22,96	74,42	2,25
III		20,88	76,96	1,99
IV		20,63	76,86	2,24
V		17,54	76,01	3,51
VI		9,84[1])	86,13	2,02.

Vergleichen wir die für das Wasser und das Fett gefundenen Werte, so sehen wir, dass mit der Länge der Zeit der Wassergehalt stets ab- und der Fettgehalt stets zugenommen hat; ganz besonders tritt dies bei der zuletzt in Arbeit genommenen Probe von 6,2 gr hervor. Hier war allerdings auch ein bedeutend differirendes Resultat zu erwarten; denn das kleine Stück wurde

1) nur bei 90° getrocknet.

neunzehn Tage lang bei mässig beschränktem Luftzutritt in einem lose bedeckten Becherglase aufbewahrt und war so einer grossen Wasserverdunstung unterworfen. Bei dem festzustellenden Mittelwerte müssen wir deshalb von dieser Probe absehen und nur die ersten fünf berücksichtigen. Aus diesen ergibt sich für den Gehalt an Fett 75,67 %.

Um für den Wassergehalt einen Mittelwert zu finden, darf man nur die bei den Proben I—IV gefundenen Zahlen in Betracht ziehen; bei den kleinen, in der V. und VI. Analyse verarbeiteten Stücken waren infolge längern Aufbewahrens und der verhältnismässig stärkeren Wasserverdunstung von der Oberfläche aus schon erhebliche Wasserverluste eingetreten, ehe ihr Wassergehalt bestimmt wurde. Als Mittelwert ergibt sich aus den vier ersten Analysen ein Gehalt von 22 % Wasser. Das frische Lipom ist höchst wahrscheinlich noch etwas wasserreicher gewesen, da, wie man annehmen muss, aus den oberflächlichen Schichten der Fettmasse nach ihrer Entfernung aus dem Körper Flüssigkeit ausgesickert ist.

Die für das getrocknete Bindegewebe erhaltenen Werte mit den für Wasser und Fett gefundenen in Verbindung zu bringen, und daraus in gleicher Weise einen Durchschnittsgehalt an dem ersteren abzuleiten, ist bei der Beschaffenheit des Lipoms ohne Einschränkung nicht statthaft, sofern das zwischen den Läppchen der Fettgeschwulst gelegene Bindegewebe nicht gleichmässig verteilt vorkommt. Aus letzterem Umstande erklärt sich auch der abweichende Prozentsatz von Bindegewebe in Probe V gegenüber den bei I—IV und VI erhaltenen Zahlen. Die grösste analytische Probe Nr. IV, die 407 gr wog, enthielt 2,24 % trocknes Bindegewebe, und man kann wohl annehmen, dass dieser Wert den mittleren Gehalt des Lipoms an Bindegewebe nahezu richtig angibt.

Fasst man das Resultat der sechs Analysen zusammen, so ist die Zusammensetzung des untersuchten Lipoms, in abgerundeten Zahlen angegeben, folgende:

22 % Wasser,
75,75 % Fett,
2,25 % Bindegewebe.

II.

Untersuchung des Bindegewebes des Lipoms.

Eine genauere Untersuchung des Bindegewebes lag nicht im Plane meiner Arbeit; zudem war ich wegen der geringen Menge des Materials nicht imstande, eine Abtrennung aller zur Zeit als Bindegewebsbestandteile unterschiedenen Körper auszuführen. Ich habe mich daher auf einige qualitative Prüfungen der vorliegenden Substanz beschränkt.

Wie bekannt [1]), unterscheidet man im Bindegewebe 1) die leimgebende Substanz oder das Kollagen, welche den wesentlichsten Bestandteil der Bindegewebsfibrillen bildet, 2) die Kittsubstanz zwischen den Fibrillen, durch Kalk- und Barytwasser extrahirbar; das Extrakt enthält Mucin, das durch überschüssige Essigsäure ausgefällt werden kann, 3) Einlagerungen von schwefelfreiem Elastin in bald grösserer bald geringerer Menge und 4) die Zellkörper mit ihren gewöhnlichen, hauptsächlich eiweissartigen Elementen (Serumalbumin und Serumglobulin).

Auf Elastin habe ich das vorliegende Bindegewebe nicht untersucht, ebensowenig auf Mucin. Die eiweissartigen Elemente liessen sich in dem getrockneten, entfetteten und fein gepulverten Material durch folgende Reaktionen nachweisen:

Konzentrirte Salzsäure, in welcher sich beim Erhitzen der grösste Teil des Pulvers löste, erzeugte eine violettblaue Lösung. Salpetersäure nahm beim Kochen gleichfalls den grössten Teil auf und lieferte eine hellgelbe Lösung, welche sich auf Zusatz von Kali- oder Natronlauge braun- bis rotgelb färbte (Xanthoproteïnsäurereaktion). Die Lösung in heissem Eisessig wurde nach Zusatz von konzentrirter Schwefelsäure intensiv violettrot (Adamkiewicz's Reaktion). Beim Digeriren mit Kalilauge löste sich die Substanz bis auf einen geringen Rest, der in der Lauge aufquoll; die filtrirte klare Lösung gab rotviolette Biuretreaktion.

Dass Kollagen der Hauptbestandteil des getrockneten Bindegewebes sei, liess sich daraus erkennen, dass die Substanz bei etwa halbstündigem Kochen mit verdünnten Mineralsäuren eine Lösung lieferte, in welcher Gerbsäure einen sehr voluminösen,

---

1) **Hermann**, Lehrbuch der Physiologie pag. 168 (nach **Kühne**).

allmählich zäh und klebrig werdenden Niederschlag ganz so, wie dies bei Leimlösungen der Fall ist, hervorrief; es war also aus Kollagen Glutin entstanden. Verdünnte Schwefelsäure und Salzsäure bewirkten diese Umwandlungen glatt; beim Kochen mit verdünnter Salpetersäure traten weitergehende Zersetzungen ein, es entwickelte sich salpetrige Säure, auch wenn die angewendete Salpetersäure vorher gründlich ausgekocht war.

Da die leimgebende Substanz in gewissen Organteilen als Begleiter der für den echten Knorpel charakteristischen Chondroitinverbindungen angetroffen wird, so zwar, dass dieses Verhältnis einen genetischen Zusammenhang beider Arten von Verbindungen anzudeuten scheint, so liegt die Vermutung nahe, dass umgekehrt im Bindegewebe neben vorwiegend kollagenen auch chondrigene Substanzen vorkommen. Es schien mir daher der Versuch angezeigt, ob sich aus dem getrockneten Bindegewebe des Lipoms auf dem kürzlich von Schmiedeberg angegebenen Wege ein Kupferoxyd reduzirendes Spaltungsprodukt werde gewinnen lassen.

Reines Kollagen liefert beim Kochen mit Salzsäure keine zuckerähnliche, Kupferoxyd reduzierende Substanz; aus Chondrigen (Chondrin) entsteht Chondroglykose, oder genauer nach Schmiedeberg [1]), der durch seine neuesten Untersuchungen auf diesem Gebiete Klarheit geschaffen hat, aus dem in Form einer Aetherschwefelsäure auftretenden, einen Hauptbestandteil des Knorpels ausmachenden Chondroitin $C_{18}H_{27}NO_{14}$ entsteht Chondrosin $C_{12}H_{21}NO_{11}$, das rechts dreht und Kupferoxyd sogar stärker reduzirt als Traubenzucker. Dem Verfahren Schmiedeberg's folgend überliess ich 1 gr Bindesubstanz, nachdem sie mit 0,3 % Salzsäure und einer aus der Schleimhaut eines Schweinemagens frisch bereiteten Pepsinlösung versetzt war, bei einer Temperatur von 37° C. ungefähr 36 Stunden lang der Verdauung. Nur ein ganz kleiner Teil blieb ungelöst, ein Beweis für den vorwiegenden Gehalt der Substanzen an Eiweiss und Kollagen; die abfiltrirte klare Lösung lieferte mit Salzsäure + Phosphorwolframsäure starken Niederschlag. Der vom Filter abgespülte Rückstand wurde wiederholt mit Wasser aufgerührt und dies Verfahren so lange fortgesetzt, bis die abgegossene Waschflüssigkeit bei der Biuretprobe keine

---

1) **Schmiedeberg**, Archiv für experiment. Pharmakologie u. Pathologie, Februarheft 1891.

Reaktion auf Pepton mehr gab. Die so gereinigte Masse überschichtete ich in einem Kölbchen mit 3 % Salpetersäure und erhitzte sie zwei bis drei Stunden auf dem Wasserbade. Nach dem Erkalten filtrirte ich und prüfte das Filtrat mit Natronlauge und verdünnter Kupfersulfat- sowie mit Fehling'scher Lösung auf reduzirende Substanzen: das Ergebnis war zunächst negativ. Schmiedeberg hat in seiner oben citirten Arbeit hervorgehoben, dass er bei der Spaltung des Chondroitins grade durch Anwendung von Salpetersäure glatt zum Ziele gelangt sei. Man wird sich aber sagen müssen, dass in anderen Fällen die Salpetersäure als spaltendes Agens leicht weitergehende Oxydationen herbeiführen kann. Dies Bedenken veranlasste mich, einen zweiten Versuch mit der Bindegewebssubstanz anzustellen und dieselbe statt mit Salpetersäure mit verdünnter Schwefelsäure zu behandeln.

1 gr Bindegewebe wurde, mit Uebergehung der vorbereitenden Pepsin-Verdauung, in einem Kölbchen mit 30 ccm 6 % Schwefelsäure überschichtet, auf der Flamme bis zum Kochen und dann auf dem Wasserbade noch 3 Stunden lang erhitzt. Nach dem Erkalten wurde filtrirt, eine Probe mit Natronlauge neutralisiert und Fehling'sche Lösung hinzugefügt. Beim Erhitzen blieb die Flüssigkeit unverändert; erst als dieselbe erkaltet war, bemerkte man einen den Boden des Reagensgläschens bedeckenden gelben Niederschlag von Kupferhydroxydul.

Der Ausfall dieses Versuches veranlasste mich, die Operation mit einem grösseren Quantum zu wiederholen, diese aber jetzt vor der Behandlung mit Schwefelsäure der Verdauung zu unterwerfen. 5 gr Bindegewebe wurden 36 Stunden bei Körpertemperatur mit Pepsin-Salzsäurelösung digerirt, wobei der grössere Teil der Substanz in Lösung ging. Nach Abtrennung der Flüssigkeit wurde der Rückstand durch mehrfaches Kneten und Durchrühren mit Wasser von Albumosen und Peptonen gänzlich befreit, mit 3 % Schwefelsäure übergossen und auf dem Wasserbade etwa eine Stunde erhitzt. Die erkaltete Flüssigkeit wurde filtrirt und das Filtrat auf seine reduzirende Wirkung geprüft. Beim Erwärmen mit Fehling'scher Lösung trat Reduktion ein; jedoch war dieselbe nicht sehr stark und erst allmählich erfolgte eine deutliche Abscheidung von Kupferoxydul bezw. dessen Hydrat. Immerhin bewies der Versuch in der That das Vorhandensein solcher Substanzen im Bindegewebe des Lipoms, welche unter der Einwirkung

verdünnter Mineralsäuren, Kupferoxyd-reduzirende Spaltungsprodukte liefern. Die Menge dieser Substanzen ist allerdings, nach dem Reduktionsvermögen der Spaltungsprodukte zu schliessen, sehr gering.

Leider war es mir aus Materialmangel nicht möglich, durch weitere und im grösseren Maassstabe ausgeführte Versuche zu prüfen, ob meiner Vermutung, dass dem Bindegewebe Chondroitinverbindungen beigesellt seien, irgendwelche Berechtigung zukomme. Dafür, dass aus vorwiegend kollagenen Gewebselementen reduzirende Substanzen abgespalten werden können, spricht übrigens auch eine Beobachtung Mörners, an welche hier erinnert sei: Mörner isolirte aus dem Cornealgewebe, das, dem Knorpelgewebe wahrscheinlich nahe verwandt, jedenfalls als Hauptbestandteil Kollagen enthält, einen schwefelhaltigen mucoiden Körper, aus welchem beim Kochen mit verdünnten Säuren eine Kupferoxydreduzirende Substanz hervorging.

III[1]).

Analyse des Lipomfettes.

Die aus den verschiedenen Lipomproben gewonnenen Fettmengen waren vereinigt und in einer fest verschlossenen Flasche aufbewahrt worden. Im Laufe der Zeit hatte diese Masse folgendes Aussehen erhalten:

Ein Teil davon war bei Zimmertemperatur flüssig und stellte, nachdem sich das Fett durch Absetzen geklärt hatte, ein klares goldgelb gefärbtes Oel dar; am Boden des Gefässes lag eine fest erscheinende und auch beim Schütteln fest bleibende, mehr weisse Schicht. Erwärmte man das Gefäss langsam bis auf 35°, so schmolz der feste Bodensatz und das Ganze bildete jetzt ein klares Oel, aus dem sich beim Abkühlen wieder ein fest werdender Teil abschied. Ein Geruch war auch jetzt noch nicht aufgetreten. Es ist wohl kaum nötig zu erwähnen, dass diese Beschaffenheit der Substanz mich veranlasste, bei allen folgenden analytischen Be-

1) Die hier in Betracht kommenden publizirten Untersuchungen habe ich, soweit sie schon in der Einleitung angegeben sind, nicht mehr besonders citiert.

stimmungen die erforderlichen Proben erst nach dem Schmelzen und mehrfachen Schütteln der Masse zu entnehmen. Ich begann die Analyse des Fettes mit der Bestimmung der Gesamtfettsäuren, sowohl der freien als auch der als Ester vorhandenen.

1. Verseifung des Fettes. Bestimmung der Gesamtfettsäuren.

Die Spaltung der Fette geschah durch Verseifung mit Alkali und zwar nach dem von Kossel kürzlich angegebenen Verfahren[1]). Ich bereitete mir zunächst eine Natriumalkoholatlösung durch Eintragen von 5 gr blanker Natriumschnitzel in 100 ccm absoluten Alkohols. Dann wurde in einem tarirten Kolben eine gewisse Menge Fett (5 — 16 gr) genau abgewogen, mit ungefähr dem 3—4fachen Volumen absoluten Alkohols übergossen und auf dem Wasserbade erwärmt, bis eine gleichmässige Lösung entstanden war. Jetzt setzte ich auf je 1 gr Fett 2,5—3 ccm Natriumalkoholatlösung hinzu; es kamen also auf je 1 gr Fett 0,12—0,15 gr Natrium in Anwendung. Der Erfolg war überraschend. Aus der alkoholischen Fettlösung entstand in ganz kurzer Zeit eine weisse feste Masse, d. h. die Verseifung trat unmittelbar ein. Um aus dem Seifebrei den Alkohol zu verjagen, wurde der Kolben in schiefer Stellung auf dem Wasserbade bis zum Verschwinden des alkoholischen Geruches erhitzt und die zurückbleibende Seife noch kurze Zeit getrocknet. Diese wurde dann mit einer zur völligen Auflösung genügenden Menge Wassers versetzt. Zur Abtrennung der Fettsäuren fügte ich zu der wässrigen Seifenlösung nach dem von Hehner[2]) angegebenen Verfahren verdünnte Salzsäure hinzu, bis die Reaktion der Flüssigkeit stark sauer war. Die unlöslichen Fettsäuren schieden sich alsbald in Gestalt weissflockiger Massen an der Oberfläche aus. Durch Erhitzen auf dem Wasserbade wurden dieselben zu einem klaren Oele geschmolzen, wobei die saure Flüssigkeit sich fast völlig klärte. Der ganze Kolbeninhalt wurde nun durch ein gut genässtes Filter, das zuvor bei 110° getrocknet und gewogen war, filtrirt und Kolben wie die jetzt auf dem Filter befindlichen Fettsäuren auf das Sorgsamste mit kochendem Wasser ausgewaschen. Sobald das Filtrat nicht mehr sauer reagirte,

---

1) Zeitschrift für physiolog. Chemie 1891.
2) Zeitschrift für analyt. Chemie 16. 145.

wurden die auf dem Filter befindlichen geschmolzenen Fettsäuren durch Einsenken des Trichters in kaltes Wasser zum Erstarren gebracht, mit dem Filter aus dem Trichter herausgehoben und in einem gewogenen Bechergläschen bis zum konstanten Gewicht getrocknet. Auf diese Weise habe ich fünf Analysen ausgeführt und folgende Resultate erhalten:

1. 11,921 gr Fett, mit 30 ccm absoluten Alkohols übergossen, mit 35 ccm 5⁰/₀ Natriumalkoholat verseift, gaben 11,224 gr Fettsäuren = 94,15⁰/₀,

2. 12,582 gr Fett, mit 30 ccm absoluten Alkohols übergossen und mit 30 ccm 5⁰/₀ Natriumalkoholat verseift, gaben 11,676 gr Fettsäuren = 93,52⁰/₀,

3. 15,075 gr Fett, mit 41 ccm absoluten Alkohols übergossen, mit 38 ccm 5⁰/₀ Natriumalkoholatlösung verseift, gaben 14,241 gr Fettsäuren = 94,46⁰/₀,

4. 16,360 gr Fett, mit 45 ccm absoluten Alkohols übergossen, mit 45 ccm 5⁰/₀ Natriumalkoholatlösung verseift, gaben 15,245 gr Fettsäuren = 93,18⁰/₀.

[Die Temperatur des Trockenschrankes stieg hier bis 130⁰, was vielleicht von Einfluss gewesen ist.]

5. 13,761 gr Fett mit 35 ccm absoluten Alkohols übergossen, mit 35 ccm 5⁰/₀ Natriumalkoholatlösung verseift, gaben 13,041 gr Fettsäuren = 94,76⁰/₀.

Als Mittelwert aus den fünf Analysen ergiebt sich für das Lipomfett ein Gehalt von 94⁰/₀ Fettsäuren.

Neben den mit Natriumalkoholat bewirkten Verseifungen wurde des Vergleichs halber eine solche Operation mit alkoholischer Kalilauge ausgeführt. Hierbei zeigten sich sehr deutlich die Vorzüge des Kossel'schen Verfahrens vor der bisher gebräuchlichen Methode; mit Hilfe der alkoholischen Kalilauge gelang es erst durch anhaltendes Kochen eine vollständige Verseifung zu erzielen.

2. Titration der freien Fettsäuren.

Neben den an Glyzerin und eventuell an Cholesterin gebundenen Fettsäuren ist in den Fetten ein Teil derselben als freie Säure vorhanden. Um den Gehalt eines Fettes an diesen zu bestimmen, nimmt man die Titration mit $^1/_1$—$^1/_{10}$ Normalnatronlauge vor. Man kann zwar aus der Titrirung keineswegs auf die An-

wesenheit der einen oder andern Säure schliessen, sondern nur ermitteln, wieviel von der Base zur Neutralisation aller Säuren notwendig ist.

Das Verfahren von Mayer[1]), dem ich hier folge, gestaltet sich folgendermassen:

Man löst eine kleine Menge Fett in dem 6- bis 10fachen Volumen Aether und dem 3- bis 5fachen Volumen Alkohol, setzt einige Tropfen einer alkoholischen Phenolphtaleïnlösung hinzu und lässt $^1/_{10}$ Normalnatronlauge bis zur bleibenden Rotfärbung hinzufliessen. Auf diese Weise wurden drei Titrationen ausgeführt:

1. 4,971 gr Fett, gelöst in 30 ccm Aether + 20 ccm Alkohol, erforderten 12,9 ccm $^1/_{10}$ Normalnatronlauge.

2. 4,192 gr Fett, gelöst in 25 ccm Aether + 14 ccm Alkohol, erforderten 10,9 ccm $^1/_{10}$ Normalnatronlauge.

3. 9,389 gr Fett, gelöst in 50 ccm Aether + 25 ccm Alkohol, erforderten 24,4 ccm $^1/_{10}$ Normalnatronlauge.

Alle drei Titrationen ergaben, die Kubikzentimeter $^1/_{10}$ Normalnatronlauge in Gramme von NaOH umgerechnet, und diese wiederum auf 100 gr Fett bezogen, das übereinstimmende Resultat, dass die in 100 gr Lipomfett vorhandenen freien Fettsäuren zu ihrer Neutralisation 1,04 gr NaOH erforderten.

3. Versuche zur quantitativen Bestimmung der freien Fettsäuren.

Die Titration mit $^1/_{10}$ Normallauge gab Aufschluss über die Menge Alkali, welche 100 Gewichtsteile des Fettes zu neutralisiren vermochte; keineswegs jedoch darüber, wieviel Gewichtsprozente freier Fettsäuren in dem Fett enthalten seien. Um diese zu ermitteln, versuchte ich die Neutralfette von den Fettsäuren nach folgender Methode[2]) zu trennen: Die freien Fettsäuren sollten mit $^1/_{10}$ Normallauge genau neutralisirt und die gebildeten Natronseifen dem Seife-Fettgemisch durch Ausschütteln mit Wasser entzogen werden; zur Sicherung der glatten Scheidung der Fettschicht von der wässrigen Seifenschicht sollte als Lösungsmittel für das Neutralfett Petroläther oder Schwefelkohlenstoff, welche Seife

---

1) Dinglers polyt. Journal 247, 305.

2) cf. Gröger, Dinglers Journal 244, 308 und Benedikt, Analyse der Fette und Wachsarten 101.

nicht lösen, zugefügt werden. — Was ich auf diesem Wege erreichte, konnte, wie sich zeigen wird, keinesfalls befriedigen.

Vier Fettproben wurden in der vorhin beschriebenen Weise mit $^{1}/_{10}$ Normalnatronlauge titrirt, nur mit dem Unterschied, dass bei drei Proben anstatt des Aethers frisch destillirter Petroläther und bei der vierten Schwefelkohlenstoff als Lösungsmittel der Fettprobe angewendet wurde[1]). Jedes der Fett-Seifegemische wurde in einen Scheidetrichter gebracht und unter Zusatz von Wasser und Petroläther mehrmals durchgeschüttelt. Nach längerem Stehen trat in der obersten Schicht, d. i. in der des Petroläthers langsam eine Klärung ein, keineswegs jedoch in der wässrigen Seifenlösung. Um bei der untern Schicht ein gleiches Ergebnis wie bei der obern zu erreichen, war es nötig, eine passende, durch portionsweises Nachgeben zu ermittelnde Menge Alkohol hinzuzufügen, die dann auch den gewünschten Erfolg hatte. Die einzelnen Schichten wurden nun jede für sich abgelassen, die wässrig-alkoholische Seifenlösung in den Scheidetrichter zurückgegossen und zur Extraktion des von der Seife etwa noch zurückgehaltenen Neutralfettes 10 bis 20 mal mit kleinen Portionen von Petroläther ausgeschüttelt, wobei die Abtrennung der einzelnen petrolätherischen Extrakte durch Abpipetiren erfolgte, während die Seifenlösung immer im Scheidetrichter verblieb. Sämtliche petrolätherischen Extrakte wurden mit der ersten, die Hauptmenge des Neutralfettes enthaltenden Petrolätherlösung vereinigt und der Petroläther abdestillirt. Das Gewicht des bis zum Verschwinden des Kohlenwasserstoffgeruchs getrockneten Rückstandes ergab die Menge des Neutralfettes.

Aus der weingeistig-wässrigen Lösung schied ich nach dem Verjagen des Alkohols die Fettsäuren durch Zusatz von Schwefelsäure bis zur stark sauren Reaktion ab, filtrirte durch ein genässtes, gewogenes Filter, wusch die Fettsäuren auf dem Filter mit heissem Wasser schwefelsäurefrei und trocknete sie, bis ihr Gewicht sich nicht mehr änderte.

Das Verfahren bei der zweiten, in Schwefelkohlenstoff gelösten Probe des Lipomfettes war das gleiche, nur dass bei den Ausschüttelungen Schwefelkohlenstoff als Extraktionsmittel für das Neutralfett diente.

---

1) cf. Gröger, Dinglers Journal 244, 308 und Benedikt, Analyse der Fette und Wachsarten 101.



Die vier Analysen ergaben folgende Resultate. Es wurden gefunden aus

1.	5,277 gr Fett	5,153 gr Neutralfett	und	0,251	freie Fettsäuren.
2.	3,275 „ „	[1]) 3,242 „ „	„	0,199	„ „
3.	30,723 „ „	27,405 „ „	„	2,800	„ „
4.	4,817 „ „	4,409 „ „	„	0,790	„ „

In Prozenten angegeben, lieferten

1.	5,277 gr Fett	97,65% Neutralfett	und	4,68%	freie Fettsäure
2.	3,275 „ „	98,99 „ „	„	6,08 „	„ „
3.	30,723 „ „	89,20 „ „	„	9,11 „	„ „
4.	4,817 „ „	91,53 „ „	„	16,40 „	„ „

Diese Zahlen stimmen so wenig unter einander überein, dass ihnen kein Wert beizulegen ist. Mir scheinen die Differenzen durch den beträchtlichen Oelsäuregehalt des Lipomfettes mit veranlasst zu sein. Oelsaure Salze sind in Fettlösungen nicht unlöslich, eine scharfe Trennung des ölsauren Natriums von den Neutralfetten wird sich daher nach der geschilderten Methode schwer erreichen lassen. Ferner mag auch die weingeistig-wässrige Seifenlösung trotz des häufigen Ausschüttelns mit Petroläther etwas Neutralfett zurückbehalten haben; so ist wohl die Fettsäurezahl in Analyse 4 zu erklären. Bei drei Analysen betrug das Gewicht des erhaltenen Neutralfettes + Fettsäuren mehr als das der angewendeten Substanz, was zum Teil darin seinen Grund hat, dass das Neutralfett beim Trocknen den Rest des Petroläthers nicht völlig abgab.

Dass bei diesen ungünstigen Resultaten nicht mehr Analysen ausgeführt wurden, liegt daran, dass dieselben sehr viel Zeit erforderten, und dass die mehrfachen Abänderungen in der Art des Arbeitens sich als erfolglos erwiesen hatten. Vielleicht liefert die Methode gute Resultate unter gewissen, von mir nicht erfüllten Versuchsbedingungen. Ich habe darauf verzichtet, auf diesem Wege zum Ziele zu gelangen; wie sich jedoch später zeigen wird, vermochte ich auf andere Weise Aufschluss über den Gehalt an freien Fettsäuren zu gewinnen.

4. Bestimmung des Glyzerins.

Nachdem wir durch die Verseifung des ausgeschmolzenen Fettes die Gesamtfettsäuren ermittelt hatten, lag der Versuch

1) No. 2 wurde in Schwefelkohlenstoff gelöst.

nahe, zur Kontrolle der oben erhaltenen Werte den zweiten Bestandteil der Neutralfette, das Glyzerin, prozentisch zu bestimmen. Zu diesem Zwecke bereitete ich mir durch Auflösen von 10 gr gereinigten Kalihydrats in wenig Wasser und durch Verdünnen mit 400 ccm 98% Alkohols eine alkoholische Kalilauge. Zur Beseitigung geringer Verunreinigungen filtrirte ich die Lauge durch Glaswolle und ermittelte in einer auf dem Wasserbade bis zum schwachen Sieden erhitzten Probe ihren Gehalt an KOH durch Titration mit Normalsalzsäure. Eine genau gewogene Menge Fett wird mit dem zehnfachen Volumen dieser Kalilauge übergossen und auf dem Wasserbade erhitzt, bis die Verseifung vollkommen eingetreten ist d. h. bis eine Probe auf Wasserzusatz keine Trübung mehr ergiebt. Nach Zusatz von Phenolphtalëin wurde jetzt der vorher angewandte Ueberschuss an Kalilauge mit Salzsäure zurücktitrirt und damit diejenige Menge Lauge gefunden, die zur Verseifung der Neutralfette und zur Neutralisation der Fettsäuren gedient hatte. Bestimmt man nun durch Titration die von den Fettsäuren allein neutralisirte Menge Kalilauge (siehe unten) und subtrahirt man diesen Wert von jenem ersten, so erhält man die nur zur Verseifung der Glyzerinfette nötige Menge Kaliumhydrat.

Bei der Verseifung eines Neutralfettes mit Aetzkali sind nun drei Moleküle Kalihydrat einem Molekül Glyzerin äquivalent[1]). Nehmen wir als Beispiel das Glyzerid der Oelsäure, so ist

$$C_3H_5(OC_{18}H_{33}O)_3 + 3KOH = C_3H_8O_3 + 3C_{18}H_{33}OOK$$

Oelsäureglyzerinester — Glyzerin — Seife der Oelsäure

d. h. es entsprechen 168 gr Kalihydrat 92 gr Glyzerin oder 1 gr Kalihydrat 0,547 gr Glyzerin. Sind in 100 ccm der Kalilauge d gr KOH — in unserm Falle enthielt die Lauge zufolge der Titration mit Normal-HCl 2,912% KOH — enthalten, und nennen wir die Anzahl der zur Verseifung der Glyzerinfette und zur Neutralisation der freien Fettsäuren zusammen notwendigen Kubikzentimeter a und die Anzahl der zur Neutralisation der freien Fettsäuren allein erforderlichen b, so liefert eine Fettmenge c durch Verseifung an Glyzerin in Prozenten:

$$\frac{0{,}547\,(a-b)\,d}{c}$$

1) Zulkowski, Berliner Berichte 16, 1140, 1315.

Die zwei ausgeführten Analysen ergaben folgendes Resultat:

1. 6,738 gr Fett, mit 90 ccm 2,912% alkoholischer Kalilauge verseift, mit 23,2 ccm Normalsalzsäure neutralisirt, lieferten

0,66900 gr Glyzerin i. e. 9,91%.

2. 3,897 gr Fett mit 40 ccm 2,912% alkoholischer Kalilauge verseift und mit 7,2 ccm Normalsalzsäure neutralisirt, lieferten

0,38547 gr Glyzerin i. e. 9,89%.

(Titer der alkoholischen Kalilauge:

10 ccm Lauge erforderten 5,2 ccm Normal-HCl.)

Wie eben erwähnt, benutzte ich bei der Ermittlung des Glyzeringehaltes der Fette eine 2,912% alkoholische Kalilauge; ich führte daher auch die Bestimmung der freien Fettsäuren durch Titration mit dieser Lauge aus und hatte so Gelegenheit, die frühere Bestimmung der freien Säuren mit $^1/_{10}$ Normalnatronlauge zu kontrolliren. Das Verfahren war dasselbe; ich wandte in gleicher Weise das 6- bis 10fache Volumen Aether und das 3- bis 5fache Volumen Alkohol als Lösungsmittel des Fettes an. Das Resultat der Titration war mit dem durch die Titration mit $^1/_{10}$ Natronlauge erhaltenen übereinstimmend:

4,817 gr Fett in 25 ccm Aether + 20 ccm Alkohol gelöst, erforderten 2,4 ccm 2,912% Kalilauge d. h. es wurden 2,4 · 0,02912 = 0,0698 gr Kaliumhydroxyd für 4,817 gr Fett verbraucht i. e. auf 100 gr Fett 1,45 gr KOH. Von NaOH waren, wie früher gefunden, 1,04 gr auf 100 gr Fett erforderlich gewesen. Berechnet man die anzuwendende Menge KOH aus der Titration mit Natronlauge, so ergiebt sich $\frac{KOH}{NaOH} \cdot 1{,}04 = \frac{56 \cdot 1{,}04}{40} = 1{,}45$ gr KOH, also genau die bei der Titration mit der alkoholischen Kalilauge verbrauchte Menge Kaliumhydroxyd.

5. Nachweis des Cholesterin.

Im Menschenfett ist mehrfach Cholesterin nachgewiesen worden. Es lag daher nahe, eine Prüfung unseres Fettes auf Cholesterin vorzunehmen. Zu diesem Zwecke wurden 5,868 gr Fett in der früher geschilderten Weise in absolut-alkoholischer Lösung mit Natriumalkoholat verseift. Der Seifebrei wurde dann mit Aether durchgeschüttelt, bis die Masse in kleine Partikel verfiel, und dann filtrirt. Das von den Natronseifen abgetrennte Filtrat

enthält nach Kossel-Obermüller[1]) das Cholesterin. Eine Probe der ätherisch-alkoholischen Flüssigkeit, die wegen ihres Alkoholgehaltes nicht völlig seifefrei ist, wurde auf dem Uhrglas eingedunstet, ergab jedoch keine Reaktionen auf Cholesterin. Jetzt wurde das ganze Filtrat auf dem Wasserbade erhitzt, bis der Aether ganz verjagt war und der Rückstand in Wasser gelöst. Die Lösung ging rasch und vollkommen vor sich, ein Umstand, der schon gegen das Vorhandensein von Cholesterin sprach. Die wässrige Lösung wurde nun mit einem Gemisch von Aether und Petroläther im Scheidetrichter ausgeschüttelt. Da die Schichten sich sehr schwer trennten, fügte ich etwas Alkohol hinzu, wodurch bald die Scheidung eintrat. Die wässrige Lösung wurde nunmehr abgelassen, die zurückbleibende Aetherlösung noch dreimal mit reichlichen Wassermengen gewaschen und dann eingedunstet. Der sehr geringe Rückstand gab weder mit Schwefelsäure und Chloroform noch mit Schwefelsäure und Jodjodkalium eine Cholesterinreaktion. Da der Rückstand noch etwas Seife (Oelsäureseife) enthielt und diese die Reaktionen vielleicht beeinträchtigt haben mochte, so wurde der Versuch zweimal mit grösseren Quantitäten Fett wiederholt und dabei durch gründliches Waschen der Aetherlösung mit Wasser die Seife möglichst vollständig entfernt. Nach dem Verjagen des Aethers stellte ich die Salkowski'sche Reaktion an: sie fiel beide mal positiv aus, und ich halte daher die Gegenwart des Cholesterins in dem Lipomfett für erwiesen, wennschon die Menge desselben zweifellos sehr gering gewesen ist.

6. Bestimmung der Oelsäure.

Unter den Fettsäuren sind als regelmässige oder hauptsächliche Bestandteile des Menschenfettes nur Oleïn-, Palmitin- und Stearinsäure nachgewiesen worden. Lerch berichtet, auch Capronsäure und Buttersäure gefunden zu haben; jedenfalls sind von diesen Säuren nur Spuren da. Nach Cahours und Demarçay[2]) ist ein Gemenge der flüchtigen fetten Säuren überhaupt in allen Fetten anwesend; auch Lebedeff bestätigt dies, aber mit dem Zusatze, dass in dem Maasse als die Fette fester werden, die flüchtigen Fettsäuren abnehmen. Der Gehalt an solchen ist also sehr klein (0,2 bis 0,02°/₀) und ihre Bedeutung als Fettbestandteil sehr

1) Hoppe-Seyler, Zeitschrift für physiol. Chemie 1890 u. 1891.

1) Comptes rendus T. 90.

gering. Dies trifft vor allem bei dem Lipomfett zu, das ja unter den festen Fetten des menschlichen Körpers oben ansteht[1]).

Aus diesem Grunde haben wir bei unseren Untersuchungen die flüchtigen Fettsäuren vernachlässigt[2]). Uns kam es vor allem darauf an, den Gehalt an Oelsäure festzustellen; aus diesem und den andern bereits gefundenen analytischen Werten war dann der Gehalt an Palmitin- und Stearinsäure leicht zu berechnen.

Will man den Gehalt eines Fettes an Oelsäure bestimmen, so verfährt man am besten nach der Methode von v. Hübl und ermittelt die Hübl'sche Jodzahl[1]) des Fettes. Dieses Verfahren gründet sich auf die Eigenschaft des Jodes, in alkoholischer Lösung bei Gegenwart von Quecksilberchlorid mit zwei Atomen in je ein Molekül Oelsäure einzutreten; es entsteht bei dieser Reaktion ein Jodadditionsprodukt der Oelsäure, während die vorhandenen gesättigten Fettsäuren unverändert bleiben. Der Vorgang entspricht der Gleichung:

$$C_{17}H_{33}COOH + J_2 = C_{17}H_{33}J_2COOH.$$

Oelsäure Dijodstearinsäure

Die Oelsäure, zur Gruppe der Acrylsäure gehörend, teilt als ungesättigte Fettsäure mit allen ungesättigte Kohlenwasserstoffatome in offener Kette enthaltenden Verbindungen die Eigenschaft, Chlor, Brom und Jod leicht zu addiren und dadurch in gesättigte Verbindungen überzugehen. — Eine alkoholische Jod-Sublimatlösung benutzt man deshalb, weil die Wirkung des Jodes für sich allein zu träge ist.

Zur Ausführung der Analysen stellte ich mir folgende Lösungen her:

---

1) Aus Hoffmanns Beiträgen zur Anat. u. Physiol. Festgabe für Ludwig 1875.

2) Dass die flüchtigen Fettsäuren, wenn sie überhaupt in dem Lipomfett enthalten waren, nur in Spuren vorhanden sein konnten, zeigte sich bei der Destillation des Fettes. Ich habe sowohl das Fett wie die daraus abgeschiedenen Fettsäuren der Destillation im Vacuum unterworfen. Bei den letzteren hoffte ich durch sorgsames Fraktioniren eine Trennung der einzelnen Fettsäuren erreichen zu können. Die Versuche erschienen nicht aussichtslos, sie wurden aber vorläufig nicht abgeschlossen. Es soll daher hier nicht weiter darauf eingegangen werden; nur das eine möchte ich hervorheben, dass ich ein Uebergehen leichter flüchtiger Fettsäuren (Buttersäure, Capronsäure, Caprylsäure) bei den Destillationen des Fettsäuregemisches nicht beobachtet habe.

3) Dinglers polyt. Journal 281, 283.

1. eine Lösung von 5 gr Jod und 6 gr Quecksilberchlorid in je 100 ccm 96% Alkohol, die dann vereinigt wurden,

2. eine Natriumhyposulfitlösung, die nach der Volhard'schen Methode geaicht wurde. Entsprechend der Vorschrift Volhard's werden 10 ccm einer 10% Jodkaliumlösung und 5 ccm Salzsäure in eine Flasche gegossen; dann werden aus einer Bürette genau 20 ccm einer Kaliumbichromatlösung, welche 3,8740 gr $K_2Cr_2O_7$, exakt gewogen, im Liter enthält, hinzugefügt; jeder Kubikzentimeter der Kaliumbichromatlösung macht genau 0,01 gr Jod frei, 20 ccm scheiden also gerade 0,2 gr Jod aus. Nun lässt man soviel Hyposulfitlösung aus einer Bürette hinzufliessen, bis die Flüssigkeit nur noch schwach gelb gefärbt ist, versetzt mit etwas Stärkekleister und titrirt unter fortwährendem Schütteln mit Natriumhyposulfitlösung bis zu Ende d. i. bis die Blaufärbung gerade verschwindet. Ich brauchte von meiner Hyposulfitlösung hierzu 16,5 ccm, 1 ccm Natriumhyposulfitlösung entsprach mithin 0,01212 gr Jod.

Nach diesen Vorbereitungen wurde eine passende Menge des Fettes, 1—1,3 gr, sowie des Gemisches der vorher bei der Verseifung des Fettes gewonnenen Fettsäuren genau gewogen, in Chloroform gelöst, die Lösung in einen Schüttelzylinder von $^1/_4$ Liter Inhalt gebracht und soviel von der Jodquecksilberchloridlösung hinzugefügt, dass eine dauernd braune klare Lösung entstand, die sich selbst nach $1^1/_2$stündigem Stehen nicht völlig entfärbte. Nach $1^1/_2$—2 Stunden ist die Reaktion vollendet; aus der Titration des unverbrauchten Jods und aus dem Jodgehalt der angewendeten Jodsublimatlösung ergiebt sich, wieviel Jod von dem Oelsäureglyzerid bezw. von der Oelsäure gebunden worden ist. Um das Ausfallen des Quecksilberjodids zu verhüten, das beim Einfliessenlassen von Natriumhyposulfitlösung eintreten und das Ergebnis beeinträchtigen würde, fügt man 10 ccm 10% Jodkaliumlösung und ungefähr 150 ccm Wasser unter kräftigem Schütteln hinzu. Nun wird mit Natriumhyposulfit titrirt. Ist die Flüssigkeit nur noch schwach gelb oder die am Boden des Zylinders befindliche Chloroformschicht nur noch schwach rot gefärbt — letztere ist ein viel schärferer Indikator —, so ruft man durch Stärkelösung Blaufärbung hervor und bringt durch ferneres Zusetzen von Natriumhyposulfit unter beständigem Schütteln den letzten Rest von Färbung gerade zum Schwinden. In diesem Augenblicke ist die Operation beendet. Gleich darauf wird der

Titer der Jodsublimatlösung auf dieselbe Weise mit Natriumhyposulfit bestimmt. Aus beiden Titrationen lässt sich dann leicht die Menge des absorbirten Jods berechnen. — Als Jodzahl wird die Anzahl der von 100 Teilen des untersuchten Fettes bezw. der Fettsäuren absorbirten Gewichtsteile Jod bezeichnet. Die aus den folgenden Versuchen gefundene und in Prozenten angegebene Oelsäuremenge E ist berechnet nach der Formel: $E = \frac{100x}{90,07}$, in welcher 90,07 die theoretisch berechnete und auch experimentell gefundene Jodzahl für reine Oelsäure darstellt und x die für das Lipomfett resp. dessen Gesamtfettsäuren ermittelte Jodzahl ist.

1. 0,740 gr Fettsäuren, versetzt mit
21,4 ccm Jodsublimat;
Jodüberschuss zurücktitrirt mit
4,8 ccm Hyposulfit;
Titer der Jodsublimatlösung:
10 ccm erforderten 19 ccm Hyposulfit;
ergaben 65,30% Oelsäure.

2. 1,283 gr Fett, versetzt mit
31,6 ccm Jodsublimat;
Jodüberschuss zurücktitrirt mit
0,6 ccm Hyposulfit;
Titer der Jodsublimatlösung:
10 ccm erforderten 19,6 ccm Hyposulfit;
ergaben 64,53% Oelsäure.

3. 0,882 gr Fettsäuren, versetzt mit
24 ccm Jodsublimat;
Jodüberschuss zurücktitrirt mit
1,2 ccm Hyposulfit;
ergaben 65,87% Oelsäure.

4. 1,055 gr Fett, versetzt mit
28,5 ccm Jodsublimat;
Jodüberschuss zurücktitrirt mit
1,5 ccm Hyposulfit;

Titer der Jodsublimatlösung bei 3 und 4:
10 ccm erforderten 18,6 ccm Hyposulfit;
ergaben 65,06% Oelsäure.

5. 1,022 gr Fettsäuren, versetzt mit
27 ccm Jodsublimat;
Jodüberschuss zurücktitrirt mit
2,8 Hyposulfit;
ergaben 65,7% Oelsäure.

6. 1,183 gr Fett, versetzt mit
30 ccm Jodsublimat;
Jodüberschuss zurücktitrirt mit
2,1 ccm Hyposulfit;
ergaben 64,05% Oelsäure.

7. 1,231 gr Fettsäuren, versetzt mit
34 ccm Jodsublimat;
Jodüberschuss zurücktitrirt mit
4,6 ccm Hyposulfit;
Titer der Jodsublimatlösung:
10 ccm erforderten 19 ccm Hyposulfit;
ergaben 65,4% Oelsäure.

8. 1,279 gr Fett, versetzt mit
37 ccm Jodsublimat;
Jodüberschuss zurücktitrirt mit
8,0 ccm Hyposulfit;
Titer der Jodsublimatlösung:
10 ccm erforderten 18,8 ccm Hyposulfit;
ergaben 64,66% Oelsäure.

Aus diesen Zahlen erhalten wir als Mittelwert für den Oelsäuregehalt:

des Fettes 64,58%,
der Fettsäuren 65,57%.

Dass der Oelsäuregehalt des Fettes um ein geringes kleiner gefunden wurde als derjenige der Gesamtfettsäuren, entspricht ganz dem, was die theoretische Berechnung erwarten liess. Dass diese vier Resultate in jeder der beiden Reihen unter sich nicht

ganz übereinstimmen, ist der Inkonstanz des Titers der Jodquecksilberchloridlösung zuzuschreiben.

7. Ermittelung des Gehaltes an Stearinsäure und Palmitinsäure in den Gesamtfettsäuren.

Für die Berechnung des Gehaltes an Palmitinsäure und Stearinsäure ist es notwendig zu wissen, wieviel Gramme Natriumhydroxyd zur Neutralisation einer bestimmten Menge der Gesamtfettsäuren erforderlich sind. Zu diesem Zwecke wurden 2,855 gr Fettsäuren in 24 ccm Alkohol gelöst und nach Zusatz von Phenolphtalëin mit $^1/_{10}$ Normalnatronlauge titrirt. Diese 2,855 gr Fettsäuren erforderten 101,5 ccm $^1/_{10}$ Lauge d. h. 100 gr Fettsäuren $\frac{101{,}5 \cdot 0{,}004 \cdot 100}{2{,}855} = 14{,}22$ gr NaOH.

Der Gehalt an Oelsäure in den Fettsäuren selbst beläuft sich auf 65,57%. Das Molekulargewicht der Oelsäure ist 282. Für 282 gr Oelsäure (1 Mol.) brauchen wir 40 gr NaOH (1 Mol.), für 65,57 gr Oelsäure also $\frac{40 \cdot 65{,}57}{282} = 9{,}3$ gr NaOH. Zufolge der Titration mit $^1/_{10}$ Natronlauge erfordern 100 gr der Gesamtfettsäuren zur Neutralisation 14,22 gr NaOH, es entfallen somit auf Palmitin- und Stearinsäure zusammen 14,22—9,3 = 4,92 gr NaOH. Da in 100 gr Fettsäuren 65,57 gr Oelsäure sich finden, so beträgt das Gewicht von Palmitin- und Stearinsäure 100—65,57 = 34,43 gr. Diese Daten: 1) dass in 100 gr Gesamtfettsäuren 34,43 gr Palmitinsäure + Stearinsäure enthalten sind und 2) dass diese 34,43 gr durch 4,92 gr NaOH neutralisirt werden, genügen für die Berechnung, wieviel Gramme von jeder einzelnen der beiden Säuren vorhanden sind. Das Molekulargewicht der Palmitinsäure $C_{16}H_{32}O_2$ ist 256; 256 gr Palmitinsäure brauchen also 40 Natriumhydroxyd. Das Molekulargewicht der Stearinsäure $C_{18}H_{36}O_2$ ist 284; 284 gr Stearinsäure brauchen ebenfalls 40 gr Natriumhydroxyd zur Neutralisation. Wir haben nun 34,43 gr Palmitinsäure + Stearinsäure: bezeichnen wir die Menge der Palmitinsäure mit x gr und dem zufolge diejenige der Stearinsäure mit 34,43—x gr, so sind für x gr Palmitinsäure $\frac{40x}{256}$ gr NaOH und für 34,43—x gr Stearinsäure $\frac{40\,(34{,}43-x)}{284}$ gr NaOH zur Neutralisation erforder-

lich. Nach der vorigen Berechnung aus der Titration mit $^1/_{10}$ Normalnatronlauge bedürfen beide Säuren zusammen 4,92 gr NaOH. Hieraus ergiebt sich die Gleichung: $\frac{40x}{256} + \frac{(34,43-x)\ 40}{284} = 4,92$ und aus dieser wiederum x = 4,59, d. h. in 100 gr Fettsäurengemisch sind 4,59 gr Palmitinsäure enthalten. Der Stearinsäuregehalt beträgt demnach 34,43—4,59 = 29,84%.

8. Berechnung des Gehaltes an freien Fettsäuren und an Neutralfetten.

Eine direkte Trennung der im Lipomfett enthaltenen freien Fettsäuren von den Neutralfetten war, wie Seite 18 ff. weiter ausgeführt wurde, mehrfach versucht worden, aber nicht gelungen. Auf Grund der Titration der Gesamtfettsäuren lässt sich nun die Menge der freien Fettsäuren in dem ursprünglichen Fett leicht finden, wenn man nur noch die zur Neutralisation von 100 gr ursprünglichen Fettes erforderliche Menge Alkali in Rechnung zieht.

14,22 gr NaOH neutralisiren 100 gr Gesamtfettsäuren,
1,04 gr NaOH „ 100 gr Lipomfett.

Es sind mithin in 100 gr Fett $\frac{100 \cdot 1,04}{14,22}$ gr = 7,31 gr freie Fettsäuren enthalten. Auf die Neutralfette entfallen hiernach 100—7,31 = 92,69 gr. — Diese Berechnung ist allerdings nur unter der Voraussetzung richtig, dass das Mischungsverhältnis der freien Fettsäuren das gleiche sei wie das der an Glyzerin gebundenen, d. h. dass die durch Verseifung des Neutralfettes gewonnenen Fettsäuren dasselbe Fettsäuregemisch darstellen wie die ursprünglich als freie Säuren vorhandenen. Nach allen bisherigen Erfahrungen trifft jene Voraussetzung allein bei solchen Fetten nicht zu, welche grössere Mengen leicht flüchtiger Fettsäuren enthalten.

Zum Schluss seien die analytischen Ergebnisse der Untersuchung des Lipoms übersichtlich zusammengestellt.

Das Lipom enthielt:

22% Wasser,
2,25% Bindegewebe,
75,75% Fett.

100 gr Fett lieferten bei der Verseifung:

94 gr Fettsäuren,
9,9 gr Glyzerin.

Das Fett enthielt:

7,31% freie Fettsäuren,
92,69% Neutralfette.

Die Gesamtfettsäuren (durch Verseifung aus dem Fett abgeschieden) enthielten:

65,57% Oelsäure,
4,59% Palmitinsäure,
29,84% Stearinsäure.

Zur Kenntnis eines thüringischen Amphibol-Granitit und über das Vorkommen der Neubildungen in demselben, insbesondere einiger Zeolithe.

Von Johannes Fromme.

Gegenstand der nachfolgenden Untersuchungen bildete ein Vorkommen von Desmin, Skolezit, Heulandit, Chabasit und einigen anderen Mineralen in Amphibol-Granitit aus Thüringen in der Nähe von Suhl. Das vorliegende Material, worunter sich sehr schöne Stufen genannter Zeolithe und mehrere grössere Stücke jenes Granits befanden, wurde im Jahre 1883 auf Veranlassung des Herrn Kgl. Regierungsbaumeisters P. Ehlers bei den Sprengarbeiten der Eisenbahnlinie Erfurt-Ritschenhausen, etwa 2,5 km NO von Suhl, nahe der Struth auf preussischem Gebiet gesammelt.

In der Literatur finden wir über das Vorkommen von Zeolithen an bezeichneter Stelle nur zwei kurze Notizen, deren Wiedergabe mir hier gestattet sein möge[1]):

„In der Sitzung vom 26. Oktober (1882) des Naturwissenwissenschaftlichen Vereins (für Sachsen und Thüringen) legt Prof. von Fritsch ein neues Vorkommen von Desmin auf zersetztem Granit aus Thüringen von der Struth in der Nähe von Suhl vor. Dasselbe ist ihm durch Herrn Forstmeister von Mengersen zugestellt worden; letzterer hat es bei den Sprengungen für die neue Eisenbahnlinie Plaue-Suhl aufgefunden. Auf den Handstücken findet sich noch Quarz und Desmin."

Es dürfte dies die erste Erwähnung des Vorkommens in der Literatur sein. Die zweite Notiz darüber ist die folgende:

„Von dem im Korrespondenzblatt Seite 564 erwähnten Desmin von der Struth bei Suhl hat Prof. von Fritsch neue Stücke durch die Güte des Herrn Kgl. Baumeisters Richard und durch die Zuvorkommenheit des Herrn Ingenieur Raakow erhalten. Erstere Sendung zeigte neben dem Desmin in den Granitklüften noch Skolezit, letztere bot Stücke dar, welche Hohlformen von

1) Zeitschr. f. Naturw., herausg. vom Naturw. Ver. f. Sachsen u. Thüringen in Halle 1882, Band I (der ganzen Reihe LV. Bd.) S. 564 bezw. 671.



Kalkspat (R 3 $(21\bar{3}1)$ — 2 R $(02\bar{2}1)$) von Desmin umwachsen zeigen.“

In diesen Angaben werden also von Zeolithen nur Desmin und Skolezit erwähnt, während Chabasit und Heulandit nicht genannt werden. Es ist daher wohl anzunehmen, dass das Auftreten letzterer Minerale an jenem Fundort noch nicht allgemein bekannt ist. Dieser Umstand und die Thatsache, dass mir eine reichliche Menge an Material zu Gebote stand, waren einerseits die Veranlassung zu dieser Arbeit, andererseits luden der Chabasit und Heulandit ganz besonders zu einer genaueren Untersuchung ein, weil gegenwärtig gerade diese Zeolithe in chemisch-mineralogischer Hinsicht erhöhtes Interesse beanspruchen.

Die Stufen liessen die Zersetzungs- und Umwandlungsvorgänge des Gesteins in recht instruktiver Weise erkennen und, da auch frischer Granit von der gleichen Provenienz vorhanden war, so wurde auch dieser mit in den Bereich der Untersuchungen gezogen, um so den genetischen Zusammenhang der Neubildungen mit ihren Muttermineralen zu ermitteln.

Leider ist dieses Zeolith-Vorkommen mit dem einmaligen grösseren Funde so gut wie erschöpft, denn nach den Angaben des Herrn Ehlers sind Sprengarbeiten erforderlich, um weitere Stufen zu erhalten.

Es soll hier zunächst die petrographische Beschaffenheit des Amphibol-Granitit und die chemische Natur desselben wie seiner Gemengteile — soweit dieses zur allgemeinen Orientierung notwendig bezw. überhaupt ausführbar —, sodann die Untersuchung der Neubildungen in den zersetzten Partien des Gesteins, insbesondere der Zeolithe, behandelt werden.

Der Amphibol-Granitit (I).

Derselbe ist von graublauer Farbe und besteht aus einem mittel- bis feinkörnigem Gemenge von grünlich-weissem, oft erbsengrosse Körner bildenden, Plagioklas, bei dem zuweilen schon mit der Lupe deutliche Zwillingsstreifung zu erkennen ist, rötlichem Orthoklas bezw. Mikroklin, schwarzem Glimmer und Hornblende. Mit Zunahme der letzteren, welche wie der Glimmer sehr reichlich vertreten ist, nehmen Quarz und Feldspat bedeutend ab; ja einige Handstücke des Gesteins weisen Hornblende so reich-

lich auf, dass sie schwärzlich aussehen, und deutet alles das auf einen Uebergang zu Plagioklas- speziell zu dioritischen Gesteinen hin.

Unter dem Mikroskop erscheint der rötliche Feldspat sehr stark angegriffen und ist oft von glimmerartigen Neubildungen durchsetzt. Oftmals lässt er die für Mikroklin charakteristische Gitterstruktur wahrnehmen, sodass ausser Orthoklas auch Mikroklin vorliegt.

Der grünlichweisse Plagioklas ist gleichfalls stark angegriffen; doch lässt sich bei gekreuzten Nikols die Zwillingsstreifung noch deutlich erkennen. Häufig schliesst er kleine Partikel Magnetit von unbestimmter Begrenzung, desgleichen auch Glimmer ein.

Der im durchfallenden Lichte schön sattgrün erscheinende Glimmer zeigt durch abwechselnd hellere und dunklere Streifungen ebenfalls Spuren von ziemlich fortgeschrittener Zersetzung. Er ist in Schnitten parallel bezw. annähernd parallel der c-Achse sehr stark pleochroitisch. Die parallel der Spaltbarkeit schwingenden Strahlen werden stärker absorbiert als die senkrecht zu ihr, parallel $\mathfrak{a}$, schwingenden; erstere zeigen grasgrüne, letztere hellgelbe Färbungen. Fast immer enthält der Glimmer Apatit in ziemlich kurzen und dicken, an beiden Enden gerundeten Säulchen und ausserdem vereinzelte Epidotkörnchen. Auch der Glimmer umschliesst viel Magnetit von unregelmässiger Begrenzung.

Glimmer und Hornblende sind häufig mit einander verwachsen. Letztere tritt oft in ringsum ausgebildeten Krystallen auf und ist im Allgemeinen noch nicht in dem Masse zersetzt wie ersterer. Die Maximalauslöschung der Hornblende wurde zu 25^0 gefunden. Das pleochroitische Verhalten ist in Schnitten, welche annähernd parallel der Symmetrieebene getroffen sind, $\parallel \mathfrak{c}$ grün, $\parallel \mathfrak{a}$ gelbgrün. Die Querschnitte, in welchen die Spaltbarkeit nach dem Prisma deutlich hervortritt, zeigen $\parallel \mathfrak{a}$ gelbgrüne und $\parallel \mathfrak{b}$ grasgrüne Färbungen. Schnitte annähernd parallel zum Orthopinakoid weisen $\parallel \mathfrak{c}$ grasgrüne und $\parallel \mathfrak{b}$ gelbgrüne Farben auf. Es ist demnach die Absorption $\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}$. Magnetit und Apatit finden sich auch in der Hornblende eingelagert, aber im Ganzen weniger als im Glimmer.

Der Quarz ist wasserhell, von zahlreichen Rissen durchzogen und enthält sehr kleine Flüssigkeitseinschlüsse sowie hin und wieder unbestimmbare Mikrolithe verschiedener Form.

Selten gewahrt man rissige, reliefartig hervortretende Durchschnitte von weingelber Farbe und schwachem Pleochroismus, welche jedenfalls zum Titanit gehören.

Eine Bauschanalyse des Granitit ergab die nachfolgende Zusammensetzung.

				O
SiO_2	60,08	Si	28,04	32.04
Al_2O_3	13,90	Al	7,36	6,54
Fe_2O_3	7,16	Fe	5,01	2,15
FeO	3,50	Fe	2,72	0,78
CaO	4,04	Ca	2,89	1,15
MgO	2,91	Mg	1,75	1,16
K_2O	2,35	K	1,97	0,38
Na_2O	3,23	Na	2,40	0,83
H_2O	2,61	H	0,29	2,32
	99,78			$\frac{47,35}{16} = 2,96.$

Sauerstoff-Quotient = 2,96.

Spezifisches Gewicht = 2,735.

Ausser den aufgeführten Bestandteilen wurden noch in Spuren nachgewiesen Phosphorsäure, Titan, Kupfer, Mangan, Baryum und Lithium, letzteres spektralanalytisch.

Das hohe spezifische Gewicht des Granit sowie der beträchtliche Eisengehalt desselben stehen im Einklang mit dem hohen Gehalt an Hornblende und Glimmer, wodurch die Feldspäte und demgemäss auch die Alkalien relativ zurücktreten. Der verhältnismässig niedrige Kieselsäuregehalt endlich spricht ebenfalls deutlich für das Zurücktreten der Feldspäte und auch des Quarzes.

Amphibol-Granitit (II, etwas verwittert).

Dieser Granit wurde nur deshalb in Betracht gezogen, weil er von allen andern vorliegenden verwitterten Gesteinsstücken ein etwas abweichendes Aussehen zeigt und doch wie jene die Unterlage schöner strahlig-faseriger Desmin- und Skolezit-Aggregate bildet. Augenscheinlich besitzt dieser Granit etwas andere Mischungsverhältnisse als der Granit I. Er ist von gleicher Korngrösse wie letzterer, jedoch lässt er durch seine Zersetzung wesentliche Aenderungen erkennen. Zunächst macht sich eine starke

Epidotisierung der ausserordentlich reichlich vorhandenen Hornblende bemerkbar, wodurch dem Gestein ein grünlicher Farbenton verliehen wird. Die Feldspäte sind in Folge einer Infiltration von Eisenhydroxyd, welches jedenfalls dem Glimmer, der Hornblende und dem Magnetit entstammt, dunkelrot gefärbt.

Es sei hier nun erwähnt, in welcher Weise die übrigen verwitterten Handstücke, deren Zusammengehörigkeit mit dem Granit I unzweifelhaft feststeht, die Zersetzungsvorgänge darbieten. Bei einigen ist neben relativ wenig zersetztem rotem Kalifeldspat sehr stark verwitterter Plagioklas vorhanden, der hin und wieder nur noch schneeweisse kaolinartige Massen — seine Auslaugungsreste — hinterlassen hat. Offenbar scheint also der Plagioklas dem Einfluss lösender Agentien einen geringeren Widerstand dargeboten zu haben als der rötliche Feldspat (Orthoklas und Mikroklin). Andere Handstücke zeigen an Stelle aller Feldspäte ähnliche kaolinartige Massen, sodass hier der Auslaugungsprozess entschieden ein tiefer eingreifender gewesen ist.

Oft sind selbst bei fortgeschrittenerer Auslaugung des Plagioklases und Kalifeldspats Glimmer und Hornblende relativ noch wenig zersetzt, und erscheint dann das Gestein schwarz und weiss gefleckt.

Die Analyse des Granitit II lieferte folgendes Resultat:

				O
SiO_2	53,75	Si	25,08	28,67
Al_2O_3	12,63	Al	6,69	5,94
Fe_2O_3	9,06	Fe	6,34	2,72
FeO	4,44	Fe	3,45	0,99
CaO	5,27	Ca	3,76	1,51
MgO	4,57	Mg	2,74	1,83
K_2O	1,93	K	1,62	0,30
Na_2O	3,37	Na	2,50	0,87
H_2O	4,00	H	0,44	3,56
	99,02			46,39

$$\frac{46,39}{16} = 2,89.$$

Sauerstoff-Quotient = 2,89.
Spezifisches Gewicht = 2,748.

Ausserdem wurde noch Mangan, Baryum und Lithium (dieses spektralanalytisch) in Spuren konstatiert. Kohlensäure, auf welche

besonders Rücksicht genommen wurde, enthält der Granit trotz seiner ziemlich starken Zersetzung wider Erwarten nicht.

Durch obige Analyse dürfte die Vermutung bestätigt sein, dass dieser Granit die Gemengteile in andern Mengenverhältnissen als der zuerst untersuchte enthält. Zunächst beweist der höhere Kalkgehalt neben gleichzeitiger Abnahme der Alkalien bei Granit II den schon erwähnten höheren Gehalt desselben an Hornblende, womit auch der erhöhte Magnesiagehalt bei II[1]) in Uebereinstimmung steht. Diese grössere Menge Magnesia spricht ferner dafür, dass der Granit II reicher an Glimmer als I ist. Der Zunahme an Hornblende und Glimmer bei II entspricht endlich der erhöhte Eisengehalt dieses Granits.

Mit obigen Verhältnissen ist nun bei II eine noch erheblichere Abnahme der Feldspäte und des Quarzes als bei I verknüpft, und zeigt auch die zweite Analyse eine ganz bedeutend geringere Menge Kieselsäure als die erste. Die Analysen der Granite, speziell die bei beiden relativ geringe Menge der Kieselsäure einerseits sowie das Vorwalten des Natrons über dem Kali andererseits beweisen, wie bereits im Vorhergehenden erwähnt, dass diese Granite, ganz besonders aber der Granit II den Plagioklasgesteinen sehr nahe stehen. Sie bilden gewissermassen einen Uebergang von typischen Granitformen zu den Dioriten, welche wie unsere Granite in der Nähe von Suhl und zwar bei Lauter vorkommen und bereits durch Werther[2]) analysiert wurden.

Die Gemengteile des Granitit.

Behufs Isolierung der Gemengteile des Gesteins wurde eine grössere Quantität der frischesten Stücke desselben ausgesucht, grob gepulvert, durch sechs Siebe mit allmählich abnehmender Maschenweite gesiebt, und danach die erhaltenen Proben makro- bezw. mikroskopisch untersucht.

Hierbei zeigte sich, dass nur das feinste Pulver, welches mit Hülfe eines Haarsiebes gewonnen, zu einer weiteren Bearbeitung

1) Anstatt „Granit II bezw. I".
2) Journ. f. pr. Chem. 91. 330. 1864.

geeignet war. Dieses Pulver wurde mit einem kräftigen Magneten vom beigemengten Magnetit, danach durch Abschlämmen von anhängendem Staub befreit und das so erhaltene Produkt, nachdem im Dampfbade getrocknet war, mit Thoulet'schr Lösung behandelt.

Die erhaltenen Fraktionen wurden mit heissem destillierten Wasser ausgewaschen, mikroskopisch untersucht und, da sich zeigte, dass noch keine derselben aus homogener Substanz bestand, je für sich in dem von Goldschmidt[1]) angegebenen Apparat weiter getrennt.

Die dadurch resultierenden Produkte wurden nach ihrer Auswaschung mit Wasser wie oben angegeben, mit verdünnter Essigsäure ausgezogen, um eventuell eingemengten Kalkspat zu entfernen, von neuem ausgewaschen und endlich wieder getrocknet.

Sie bestanden aus:

1) Feldspat (rötlich) vom spez. Gew. 2,564,
2) Substanzgemisch „ „ „ 2,644,
3) „ „ „ „ 2,644,
4) „ „ „ „ 2,664,
5) Feldspat (weisslich) „ „ „ 2,666,
6) Substanzgemisch „ „ „ 2,686,
7) Gemenge von Mineralen vom spez. Gew. $>$ 2,686.

Das Ergebnis war insofern ein befriedigendes, als wenigstens einer Isolierung zweier Feldspäte in verhältnismässig reinem Zustande, welche doch in erster Linie als Muttermineralе der Zeolithe gelten können, gelungen erschien.

Eine Scheidung des Glimmers von der Hornblende und den beigemengten übrigen Mineralen war wegen der wenig frischen Gesteinsmasse nicht durchführbar. Doch soll im Nachfolgenden noch ein Glimmer besonders berücksichtigt werden, der als 150 Gramm schweres, fast ganz reines Aggregat in dem Granit angetroffen wurde.

Der rötliche Feldspat vom spez. Gew. 2,564.

Von diesem Feldspat konnte nur etwa 1 Gramm erhalten werden.

1) Neues Jahrb. f. Min. Geol. u. s. w. I. Beilageband 1881, S. 181.

Er hatte folgende Zusammensetzung:

				Atomverh.	O
SiO_2	63,19	Si	29,49	1,05	33,70
Al_2O_3	19,48	Al	10,31	0,38	9,17
Fe_2O_3	0,38				
CaO	0,59				
MgO	Spur				
K_2O	11,59	K	9,74	0,25 } 0,38	1,85
Na_2O	4,20	Na	3,12	0,13 }	1,08
H_2O	0,51				
	99,94				$\frac{45,80}{16} = 2,87.$

Die berechneten Atomverhältnisse (KNa) : Al : $Si_{2,8}$: $O_{7,5}$ ergeben annähernd die Orthoklasformel $Si_3O_8Al(K, Na)$ oder $Si_6O_{16}Al_2(K, Na)_2$ und liegt hier ein Kalifeldspat mit hohem Natrongehalt vor, der aber auch Mikroklin als Beimengung enthalten dürfte.

Der weissliche Feldspat vom spez. Gew. 2,666.

Es wurden etwa sechs Gramm dieses Feldspats erhalten. Eine Analyse lieferte nachstehendes Resultat:

SiO_2	61,52
Al_2O_3	24,31
FeO	0,48
CaO	4,14
MgO	Spur
Na_2O	6,10
K_2O	2,32
H_2O	1,65
	100,52

Aus dieser Analyse geht zunächst in Uebereinstimmung mit dem spezifischen Gewicht des Feldspats hervor, dass derselbe zum Oligoklas gehört. Weiterhin zeigt die Analyse durch den gefundenen Kaligehalt, dass der Feldspat noch ziemlich stark mit Orthoklas verunreinigt war, und ferner durch den nachgewiesenen Wassergehalt, dass seine Zersetzung schon ziemlich weit vorgeschritten, wie dies auch durch den mikroskopischen Befund dargethan war. Demgemäss würde bei normaler Veränderung des Feldspats durch Auslaugung der Thonerdegehalt erhöht und der

Gehalt an Kieselsäure, Kalk, Natron bezw. Kali reduziert erscheinen müssen. Es wird sonach die Analyse leider kein genaues Bild der Zusammensetzung des reinen und unzersetzten Oligoklases geben können, doch soll im Folgenden unter Abzug einer dem gefundenen Kali entsprechenden Menge Orthoklas die Aufstellung einer Formel versucht werden.

2,3[1]) Kaliumoxyd entsprechen 13,6 Orthoklas, bestehend aus 8,8 SiO_2, 2,5 Al_2O_3 und 2,3 K_2O.

Ziehen wir die einzelnen Bestandteile dieser Menge Orthoklas von dem auf wasserfreie Substanz berechneten „Oligoklas-Orthoklas-Gemisch" je für sich ab, so erhalten wir unter Vernachlässigung des Eisens 85,9 Oligoklas[2]).

	Oligoklas + Orthoklas (wasserfrei)		Orthoklas		Oligoklas
SiO_2	62,2	—	8,8	=	53,4
Al_2O_3	24,6	—	2,5	=	22,1
Fe_2O_3	0,5				
K_2O	2,3	—	2,3	=	0,0
Na_2O	6,2				6,2
CaO	4,2				4,2
	100,0				85,9.

Erweitern wir den Rest (85,9) auf 100,0, so resultieren folgende Gewichtsmengen für den Oligoklas:

SiO_2	62,2
Al_2O_3	25,7
Na_2O	7,2
CaO	4,9
	100,0.

Berechnet man nun die Prozente eines Albit-Anorthit-Gemisches im Verhältnis von 3 : 1, wobei für Albit und Anorthit folgende Formeln zu Grunde gelegt sind:

$$Na_2\ Al_2\ Si_2\ Si_4\ O_{16}$$

bezw.

$$Ca_2\ Al_2\ Al_2\ Si_4\ O_{16},$$

1) Der Kürze halber sind die Zahlen abgerundet. Vergl. die Analyse.

2) Es darf nicht unerwähnt bleiben, dass die Plagioklase öfters etwas Kalisilikat (Or) beigemischt enthalten, sodass ein Abzug von 13,6 Orthoklas als nicht zum vorliegenden Oligoklas gehörig streng genommen nicht ganz korrekt erscheint. Vergl. Tschermak, Lehrb. der Min. 1881, S. 458.

so erhalten wir nachstehende Werte:

22 SiO_2	=	1320	62,0
5 Al_2O_3	=	510	24,0
3 Na_2O	=	186	8,7
2 CaO	=	112	5,3
		2128	100,0.

Bei einem Vergleich der fraglichen Zahlenreihen sehen wir, dass die Gewichtsmengen nicht allzusehr von einander abweichen, und dürfte somit unserm Oligoklas die Formel zukommen:

$$\left\{\begin{matrix} 3\ Na_2\ Al_2\ Si_2\ Si_4\ O_{16} \\ Ca_2\ Al_2\ Al_2\ Si_4\ O_{16} \end{matrix}\right\}.$$

Da, wie später gezeigt werden wird, der Chabasit und der Heulandit einen Gehalt an Strontium aufwiesen, so wurden die bei den Analysen erhaltenen Kalkniederschläge beider Feldspäte nachträglich auf dieses Element spektralanalytisch untersucht, um die Frage zu entscheiden, aus welchem Muttermineral das Strontium in die genannten Zeolithe übergegangen war. Es konnte indessen kein Strontium nachgewiesen werden; desgleichen erga eine spektralanalytische Prüfung der Feldspäte auf Lithium ein ein negatives Resultat.

Der Glimmer (Ausscheidung im Granitit).

Das bereits oben erwähnte Glimmeraggregat besteht aus schwarzen, stark metallglänzenden Blättchen. Selbst in den dünnsten Spaltungslamellen erweist der Glimmer sich noch undurchsichtig, und nur sehr dünne Schliffe werden mit braungelber Farbe durchscheinend. Er ist optisch negativ, der Winkel der optiven Achsen sehr klein. Auch dieser Glimmer enthält wie jener, als integrierender Bestandteil des Granitit beschriebene, Einschlüsse von Apatit, doch treten diese weit seltener auf, und Magneteisen wie auch Epidotkörnchen fehlen gänzlich. Wie alle schwarzen eisenreichen Glimmer der Verwitterung leicht preisgegeben sind, so war auch dieser schon mit einer gelblich-braunen Kruste umgeben. Letztere wurde entfernt, das zurückbleibende reine Material mikroskopisch untersucht und darauf zur Analyse verwendet. Wie schon erwähnt, hatte sich der Glimmer als sehr rein erwiesen.

Die Analyse ergab folgende Zusammensetzung:

				Atomverhält.		O.
SiO_2	34,14	Si	15,93	0,57		18,21
Al_2O_3	17,78	Al	9,41	0,35	0,42	8,37
Fe_2O_3	5,78	Fe	4,05	0,07		1,73
FeO	13,59	Fe	10,70	0,19	0,55	2,89
MnO	1,59					
CaO	2,07	Ca	1,48	0,03		0,59
MgO	13,21	Mg	7,93	0,33		5,28
K_2O	5,70	K	4,79	0,12	0,65	0,91
Na_2O	1,16	Na	0,86	0,03		0,30
H_2O	4,50	H	0,50	0,50		4,00
	99,52					42,28

$$\frac{42,28}{16} = 2,64.$$

Spezifisches Gewicht = 3,015.

Neben den aufgeführten Bestandteilen wurden Fluor, Phosphorsäure, Kupfer, Baryum und Lithium nachgewiesen. Titansäure und Strontium, auf welche besonders Rücksicht genommen wurde, enthält der Glimmer nicht.

Die Aufstellung einer Formel war wegen der abnormen Atomverhältnisse in Folge fortgeschrittener Zersetzung des Glimmers ausgeschlossen, doch geht aus der Analyse hervor, dass derselbe dem Lepidomelan zuzurechnen ist.

Die Neubildungen im Amphibol-Granitit.

Die Neubildungen, welche die vorliegenden Stufen darbieten, bestehen ausser den namhaft gemachten Zeolithen aus Kalkspat und untergeordnet Epidot, schuppigem Eisenglanz und Pyrit. Sie treten in den Spalten und Hohlräumen des Gesteins auf und ragen mit ihren Krystallen in jene hinein oder füllen dieselben als krystallinische Massen aus.

I. Der Kalkspat und die untergeordnet auftretenden sekundären Minerale.

Der Kalkspat erscheint sowohl in ausgebildeten Krystallen als auch — und zwar weit reichlicher — in spatigen Ausfüllungsmassen. Die Krystalle sind von säuligem, tafeligem, rhomboëdrischem und skalenoëdrischem Habitus und haben oft gerundete Flächen; seltener durchsichtig und farblos sind sie gewöhnlich trüb und von milchweisser bis schmutzigweisser oder graulicher Färbung.

1. Die Krystalle von säuligem und tafeligem Habitus.

Einige gut ausgebildete, ca. 1 cm lange weissliche Individuen zeigen die Kombination ∞ R $(10\bar{1}0)$. — $^1/_2$ R $(01\bar{1}2)$; sie sind zum Teil mit Eisenglanz überzogen und sitzen einem Handstück auf, welches etwa zur Hälfte aus derbem Quarz und zur Hälfte aus Kalkspat besteht. Ein Granitstück weist 1—2 cm lange weissliche Krystalle von der Kombination ∞ R $(10\bar{1}0)$. R3 $(21\bar{3}1)$. — 2 R $(02\bar{2}1)$ auf, die teilweise mit Desmin überwachsen sind.

Sehr häufig kommen verwachsene rauhe und unreine Individuen vor, deren Form der Kombination oR (0001). ∞ R $(10\bar{1}0)$ entspricht. Auf einer kleinen Heulandit-Stufe sind mehrere 3 mm breite milchweisse Calcitkrystalle ersichtlich, welche oR (0001). ∞ R $(10\bar{1}0)$. R3 $(21\bar{3}1)$ in schöner Ausbildung erkennen lassen.

2. Die Krystalle von rhomboëdrischem Habitus.

Die rhomboëdrische Ausbildungsform ist zunächst vertreten durch ein flaches positives Rhomboëder mit scheinbarem Polkantenwinkel von annähernd 124°. Dem entsprechende Individuen von 5 mm Kantenlänge wurden auf einer kleinen Stufe teils für sich, teils in undeutlicher Verwachsung miteinander mit Desmin vergesellschaftet beobachtet. Sie sind milchweiss und haben sehr rauhe Flächen, sodass sich leider keine genauen Messungen ausführen liessen.

Ferner wurde, ebenfalls von Desmin begleitet, — 2 R $(02\bar{2}1)$. R $(10\bar{1}1)$ in etwas kleineren durchscheinenden Krystallen gefunden.

Recht häufig, besonders mit Epidot zusammen, zeigen sich rauhflächige, etwa 5 mm breite, sehr flache Rhomboëder, welche nicht näher bestimmt werden konnten. Diese sind oft nach oR (0001) zwillingsmässig verwachsen und setzen sich hin und wieder zu Formen zusammen, die an das Skalenoëder R 3 (2131) erinnern.

3. Die Krystalle von skalenoëdrischem Habitus.

Von Skalenoëdern wurde R 3 $(21\bar{3}1)$ in grösseren unreinen stark angewitterten sowie kleinen farblosen Individuen mit Desmin bzw. auch Skolezit vergesellschaftet angetroffen.

Eine Chabasitstufe bietet einzelne 3—5 mm lange farblose Kalkspatkrystalle dar, welche zum Teil die Kombination R 5 $(32\bar{5}1)$. R $(10\bar{1}1)$. — 2 R $(02\bar{2}1)$. — $\frac{1}{2}$ R $(01\bar{1}2)$ erkennen lassen. —

Hie und da sind winzige undeutliche Kalkspatkrystalle auf Desmin aufgewachsen, deren Form sich nicht bestimmen liess.

Der Calcit ist das Hauptprodukt eines Auslaugungsprozesses, welchem das Gestein unterworfen war. Er entstammt wohl grösstenteils dem Oligoklas, welcher unter allen andern Gemengteilen des Granitit in der Zersetzung am meisten vorgeschritten erscheint, doch dürfte auch die Hornblende einen nicht unwesentlichen Teil des Calcit geliefert haben.

Der schön grüne Epidot tritt entweder in kompakten Ausfüllungsmassen, welche oft von Pyrit überrindet sind, auf, oder er bekleidet, zarte Krystallnadeln darstellend, die Wände der

Hohlräume des Gesteins wie auch die Flächen mancher Calcit-, Chabasit-, Heulandit- und Desminkrystalle. An Handstücken mit hohem Hornblendegehalt wurde er stets am reichlichsten beobachtet.

II. Die Zeolithe.

Der Desmin.

Unter den bei Suhl vorkommenden Zeolithen ist der Desmin wegen seiner Häufigkeit der wichtigste. Er wird ausser von Kalkspat oft von Skolezit begleitet und ist dann mit letzterem zuweilen in der Weise verwachsen, dass angrenzende Aggregate beider Minerale an den Berührungsstellen sich gegenseitig durchdringen. Besonders erwähnenswert ist eine grössere sehr schöne Stufe, welche Desmin, Chabasit, Heulandit, Kalkspat und Epidotnädelchen, nicht aber gleichzeitig Skolezit aufweist, wogegen sich noch eine grosse Anzahl roter Feldspatkryställchen hinzugesellt, welche aus der Gesteinsmasse herausragen.

Der Desmin bildet zumeist garbenförmige, an den Enden verdickte, oder halbkugelige rosettenähnliche Aggregate von radialer, faserig-blättriger Struktur und mit facettierter Oberfläche. Häufig finden sich Zwillingsbildungen, die an den Enden keine Verdickungen zeigen und dann wie regelmässig gebaute rhombische einfache Krystalle aussehen. Die Garben sind hin und wieder seitlich aufgewachsen, im Uebrigen aber frei ausgebildet; sie sind 1—2,5 cm lang. Die Rosetten haben einen Durchmesser von 2—3 cm; es kommen aber auch flache, radial struierte Ausfüllungsmassen von 5—7 cm Durchmesser vor.

Alle diese Bildungen stellen Durchwachsungszwillinge nach OP (001) dar und zeigen die Kombination

$$\infty \breve{P} \infty \ (010). \quad OP \ (001). \quad \infty P \ (110).$$

An Drusen mit besonders deutlicher Endausbildung der Individuen, wie solche nur bei einigen Rosetten beobachtet wurde, ist auch $\breve{P}\infty$ (101) vorhanden.

Eine mit einem kleinen Reflexionsgoniometer ausgeführte Messung ergab für

$$\infty P \ (110) = 119^0 \ 30',$$

$$\text{nach Miller}^{1)} = 119^0 \ 16'.$$

Der Desmin ist von hellbrauner bis dunkelbrauner, unrein

gelblicher oder graulicher Färbung, durchscheinend bis undurchsichtig, auf dem Klinopinakoid von perlmutterartigem Glanz, auf den übrigen Flächen glasglänzend. Unter dem Mikroskop zeigen dünne Spaltungsstücke vereinzelte gelblichbraune Einschlüsse, welche ich für Göthitnädelchen halte. Die Härte wurde zu 4, das spezifische Gewicht an verschiedenen Proben zu 2,168 bezw. 2,171 bestimmt.

Zwei Analysen führten zu folgendem Ergebnis:

	I.	II.	Mittel				Atomverh.	O
SiO_2	56,40	56,43	56,42		Si	26,33	0,94	30,09
Al_2O_3	16,07	16,15	16,11		Al	8,53	0,32	7,58
Fe_2O_3	0,19		0,19					
CaO	8,31	8,31	8,31	äq.				
K_2O	0,80	0,75	0,78	8,98	Ca	6,41	0,16	2,57
Na_2O	0,22	0,23	0,23	CaO				
H_2O	17,74	17,80	17,77		H	1,97	1,97	15,80
			99,81					56,03

$$\frac{56,03}{16} = 3,50.$$

Es verhält sich somit

$$\begin{aligned} Si : Al &= 6 : 2,04 \\ Si : Ca &= 6 : 1,02 \\ Si : H &= 6 : 12,57 \\ Si : O &= 6 : 22,40 \\ Al : Ca &= 2 : 1,00, \end{aligned}$$

woraus sich die empirische Formel

$$Ca(K_2Na_2)Al_2Si_6O_{16} + 6H_2O$$

ungezwungen ergibt.

Auf Baryum, Strontium und Lithium wurde mit Hülfe der Spektralanalyse besonders Rücksicht genommen, doch konnte keines dieser Elemente nachgewiesen werden.

Nach Websky[2]) enthalten die gefärbten Zeolithe aus dem Granit von Striegau organische Substanz. Da nun die Farbe unseres Desmin ebenfalls auf eine derartige Beimischung schliessen liess, weil ausser den kleinen Mengen eingelagerter Göthitnädelchen, welche dem Mineral allenfalls eine rein gelbliche oder rötliche Färbung hätten erteilen können, keine färbenden Metalloxyde

1) Zirkel, Elem. der Min. 12. Aufl. S. 720.

2) Sitzungsber. der Gesellsch. naturforsch. Freunde zu Berlin vom 15. Mai 1877, S. 161.

konstatiert worden waren, so lag es nahe, auch hier auf organische Beimengungen zu prüfen. Zu diesem Zweck wurde eine Probe des Minerals im einseitig geschlossenen Glasrohr erhitzt. Es entwickelte sich ein schwacher, aber deutlich bemerkbarer, brenzlicher Geruch, und die in den kälteren Teilen des Glasrohrs sich ansammelnden Wassertropfen zeigten eine schwache alkalische Reaktion.

Es war somit die Anwesenheit organischer Substanz, wenn auch nur in minimaler Menge, erwiesen.

Der Skolezit.

Dieser Zeolith bildet flache, bis etwa 5 cm im Durchmesser haltende, Massen von radialer feinfaseriger bis feinstengeliger Struktur. Besonders häufig ist er, wie schon angedeutet war, mit faserigblättrigem Desmin[1]) und meist auch mit Kalkspat verwachsen. Bisweilen erscheinen die Skolezit-Aggregate von Kalkspat und Desmin durchbrochen, oder ersterer bildet die Unterlage vom Skolezit. Recht oft gewahrt man in der Begleitung des Skolezit Heulandit in schön ausgebildeten Krystallen, dagegen muss betont werden, dass unter den Begleitmineralen niemals Chabasit beobachtet wurde.

Der Skolezit ist im allgemeinen von milchweisser Farbe, während aus den Aggregaten hervorragende Stengelchen, welche oft eine Dicke von ca. 0,8 mm erreichen, farblos erscheinen. Der Glanz ist seidenartig. Unter dem Mikroskop zeigen die Fasern des Skolezit nur sehr selten Einschlüsse von Göthit. Die Härte wurde zu 5, das spezifische Gewicht zu 2,270 bezw. 2,274 ermittelt.

In Betreff des Verhaltens des Skolezit gegen starke Salzsäure ist zu bemerken, dass sein Pulver bei längerem Stehen mit dieser Säure schon bei gewöhnlicher Temperatur, beim Erwärmen fast sofort zu einer Gallerte gestand. Kenngott wie auch Lemberg[2]) haben schon früher entgegen anderen Erfahrungen ein ähnliches Verhalten des Skolezit festgestellt, und ist somit an unserm Material die Beobachtung genannter Autoren bestätigt worden.

---

1) Vergl. S. 40.

2) Zirkel, Elem. der Min. 12. Aufl., S. 723.

Zwei Analysen lieferten folgendes Resultat:

	I.	II.	Mittel			Atomverh.	O
SiO_2	45,75	45,75	45,75	Si	21,35	0,76	24,40
Al_2O_3	26,57	26,51	26,54	Al	14,05	0,52	12,49
Fe_2O_3	Spur	Spur	Spur				
CaO	13,15	13,16	13,16 } äq. 13,69 CaO				
K_2O	Spur	Spur	Spur }	Ca	9,78	0,24	3,91
Na_2O	0,61	0,56	0,59 }				
H_2O	13,73	13,76	13,75	H	1,53	1,53	12,22
		99,79					$\frac{53,02}{16} = 3,31.$

Demnach verhält sich

$$Si : Al = 3 : 2,05$$
$$Si : Ca = 3 : 0,95$$
$$Si : H = 3 : 6.09$$
$$Si : O = 3 : 13,06$$
$$Al : Ca = 2 : 0,92.$$

Hieraus ergiebt sich die empirische Formel

$$Ca(Na_2K_2)Al_2\ Si_3\ O_{10} + 3H_2O$$

oder in Analogie mit der Formel des Natrolith

$$Ca(Na_2K_2)Al[Al(OH)_2](SiO_3)_3 + 2H_2O.$$

Zwei im Rohr ausgeführte Wasserbestimmungen ergaben 13,22 bezw. 13,27% Wasser, zwei Glühverlustbestimmungen, an demselben Material im Platintiegel vor dem Gebläse ausgeführt, lieferten die in obigen Analysen verzeichneten etwas höheren Ergebnisse, sodass die für Skolezit bekannte Thatsache, dass ein Teil des Wassers erst bei starker Glühhitze entweicht, auch an diesem Vorkommen bestätigt werden konnte.

Eine spektralanalytische Untersuchung auf Baryum, Strontium und Lithium ergab ein negatives Resultat.

Der Chabasit.

Der Chabasit tritt an den vorliegenden Stufen nur in seiner gewöhnlichsten Form, dem Hauptrhomboëder auf. Auch wurden nur selten Durchwachsungszwillinge beobachtet. Die Krystalle haben meistens eine Kantenlänge von 2—4 mm, doch weist eine Stufe einen Krystall und Bruchstücke von solchen von1 cm bezw. mehr Kantenlänge auf.

Eine Winkelmessung ergab für

R (0001) 95° (Fassathal 95° 2′ [1]).

Wie beim Skolezit so kommen auch in der Begleitschaft des Chabasit meist schöne Heulandit-Individuen vor.

Dem Gestein stets unmittelbar aufsitzend, ist er oft von Calcit umwachsen.

Er ist von rötlich-gelber Färbung und besitzt glasglänzende oder sehr häufig mit Epidotnädelchen überzogene Flächen; im Uebrigen hat er grosse Aehnlichkeit mit dem bekannten Striegauer Vorkommnis.

Unter dem Mikroskop erscheint der Chabasit in dünnen Schichten fast farblos, dagegen zeigen sich häufiger als beim Desmin Einschlüsse von Göthit, und in feinen Rissen auch braune, durch Infiltration dorthin gelangte Eisenoxydmassen, sodass die Farbe des Chabasit ohne Zweifel grossenteils hiervon herrührt. Beim Erhitzen einer Probe des Minerals im einseitig geschlossenen Glasrohr zeigten sich übrigens dieselben Erscheinungen, welche am Desmin konstatiert worden waren: es trat z. B. ein brenzlicher Geruch auf, der die Gegenwart organischer Substanz ausser Zweifel liess.

Die Härte betrug 4, das spezifische Gewicht 2,088 und 2,094.

Das zur Analyse bestimmte, möglichst wenig gefärbte Material enthielt trotz sehr behutsamen Aussuchens dennoch kleine Mengen Kalkspat, weshalb dasselbe zur Entfernung des letzteren gröblich gepulvert und in Wasserbadwärme so lange mit stark verdünnter Essigsäure behandelt wurde, bis die Kohlensäure-Entwickelung aufgehört hatte. Hiernach wurde das Material abgewaschen und bei einer 40° nicht übersteigenden Wärme getrocknet.

Zwei Analysen ergaben folgende Zusammensetzung des Chabasit:

---

1) Zirkel, Elem. der Min. 12. Aufl. S. 709.

	I.	II.	Mittel	äq. CaO			Atomverh.	O
SiO_2	50,75	50,49	50,62		Si	23,62	0,84	27,00
Al_2O_3	17,10	17,18	17,14		Al	9,07	0,34	8,07
Fe_2O_3	0,42		0,42					
CaO	8,82	8,72	8,77					
SrO[1]	Spur	Spur	Spur	10,17	Ca	7,26	0,18	2,91
K_2O	1,15		1,15					
Na_2O	0,79		0,79					
H_2O	20,78	20,71	20,74		H	2,30	2,30	18,44
			99,63					56,42

$$\frac{56,42}{16} = 3,53.$$

Demnach ist

$$\begin{aligned} Si &: Al = 5 : 2,02 \\ Si &: Ca = 5 : 1,07 \\ Si &: H = 5 : 13,68 \\ Si &: O = 5 : 20,99 \\ Al &: Ca = 2 : 1,06 \end{aligned}$$

woraus sich die empirische Formel

$$Ca(Sr\ K_2Na_2)\ Al_2\ Si_5\ O_{14} + 7H_2O$$

ergibt.

Lithium war auch in diesem Zeolith nicht enthalten.

Obige Zusammensetzung entspricht also einem Gliede der Mischungsreihe zweier isomorpher Silicate, deren Endglieder

$$\overset{''}{R}\ Al_2\ Si_2\ O_8 + 4H_2O \text{ und}$$

$$\overset{''}{R}\ Al_2\ Si_6\ O_{16} + 8H_2O$$[2])

nicht bekannt sind, und gehört unser Chabasit demnach zu den siliciumreichen Abarten dieser Species.

Der Heulandit.

Auf den zahlreichen Stufen, welche mir zur Verfügung standen, ist der Heulandit nur in geringer Menge vorhanden; er zeichnet sich aber vor allen übrigen Zeolithen durch seine farblosen, meist sehr schön ausgebildeten Krystalle aus.

Auch er ist gleich dem Chabasit dem Gestein stets direkt aufgewachsen und sehr häufig von Calcit umgeben.

Einige weniger schöne Individuen haben, von OP (001) zu OP

1) Spektralanalytisch nachgewiesen.

2) P. Groth, Tabellar. Uebersicht der Min. 1889, 148.

(001) gemessen, eine Länge von etwa 12 mm und von ∞P∞ (100) zu ∞P∞ (100) eine Breite von ca. 3 mm; sie sind sämtlich mit der seitlichen Endfläche aufgewaschen und lassen von anderen Flächen nur wenig erkennen, da ihre Ausdehnung in der Richtung der Orthodiagonale zu gering ist.

Die flächenreicheren Krystalle haben, von OP (001) zu OP (001) wie auch von ∞P∞ (010) zu ∞P∞ (010) gemessen, meist einen Durchmesser von 4 mm. Da diese Krystalle ⊥ zum Orthopinakoid eine geringere (ca. 1 mm) Ausdehnung besitzen, so erscheinen sie tafelförmig. Sie sind in der Regel mit der seitlichen Endfläche aufgewachsen und kommen am häufigsten vor.

Eine kleine Stufe zeigt zwei schöne mit dem basischen Pinakoid aufgewachsene Krystalle, deren Ausdehnung von Klinopinakoid zu Klinopinakoid 8 bezw. 10 mm, von Orthopinakoid zu Orthopinakoid 3 mm beträgt; diese Krystalle bilden Aggregate von zahlreichen mit ∞P∞ (010) in paralleler Lage verwachsenen Lamellen, wie an dem basischen Pinakoid und dem Orthodoma sichtbar ist, welche treppenartig gestuft sind.

Die Kombination der kleineren wie auch der letzteren beiden Krystalle besteht aus

∞P∞ (100). OP (001). ∞P∞ (010). P∞ (101). + 2P ($\bar{2}$21).

Ein Versuch, genaue Messungen anzustellen, scheiterte, da die Flächen nur mehr oder minder verzerrte Bilder lieferten. Doch wurden einige Kontrollmessungen mit einem kleinen Reflexionsgoniometer ausgeführt und hierbei folgende Werte erhalten:

		Gefunden
∞P∞ (100) : OP (001)	= 117° 30′;	116° 20′[1])
∞P∞ (100) : P∞ (101)	= 130°;	129° 40′[1])
∞P∞ (010) : +2P ($\bar{2}$21)	= 112°;	111° 58′[1]).

Das Klinopinakoid ist von starkem Perlmutterglanz, sonst sind alle Fächen glasglänzend.

Unter dem Mikroskop wurden in Spaltblättchen des Minerals nur sehr vereinzelte Einschlüsse von Göthit wahrgenommen.

Die Härte auf der seitlichen Endfläche beträgt 3,5, auf den übrigen Flächen 4,5; das spezifische Gewicht konnte wegen Materialmangels nicht genau ermittelt werden.

Zwei Analysen ergaben folgendes Resultat:

1) Zirkel, Elem. der Min. 12. Aufl., S. 715.



	I.	II.	Mittel			Atomverh.	O
SiO_2	58,30	58,31	58,31	Si	27,21	0,97	31,10
Al_2O_3	16,70	16,68	16,69	Al	8,84	0,32	7,86
Fe_2O_3	Spur	Spur	Spur				
CaO, SrO	8,79	8,88	8,84 } äq. 9,62 CaO				
K_2O	0,79		0,79	Ca	6,87	0,17	2,75
Na_2O	0,35		0,35				
H_2O	15,66	15,57	15,62	H	1,73	1,73	13,89
			100,60				55,60

$$\frac{55,60}{16} = 3,48.$$

Es verhält sich demnach

$$\begin{aligned} Si : Al &= 6 : 1,98 \\ Si : Ca &= 6 : 1,05 \\ Si : H &= 6 : 10,70 \\ Si : O &= 6 : 21,52 \\ Al : Ca &= 2 : 1,06, \end{aligned}$$

woraus sich, bei der Annahme, dass das Untersuchungsmaterial noch etwas hygroskopisches Wasser enthalten habe, die Formel

$$CaSr(K_2Na_2)\ Al_2\ Si_6\ O_{16} + 5H_2O,$$

bezw. in Rücksicht auf den Wassergehalt des Silikatmolekels die Formel

$$H_4\ [CaSr(K_2Na_2]\ Al_2\ (SiO_3)_6 + 3H_2O$$

ergibt.

Besonders bemerkenswert erscheint der Gehalt des Heulandit an Strontium. Jannasch[1]), welcher eine Reihe von Heulanditen analysierte, fand in allen Strontium, weshalb er vermutete, dass dies Element in keinem Heulandit fehle. Seine Vermutung hat sich also auch an diesem Heulandit-Vorkommen als richtig erwiesen.

Die geringe Menge des Untersuchungsmaterials gestattete es leider nicht, eine quantitative Bestimmung des Strontiums auszuführen, und da eine solche nur mit einer Zerstörung aller noch vorhandenen Stufen möglich gewesen wäre, so wurde davon Abstand genommen.

---

1) Zeitschr. f. Kryst. und Min., herausg. v. P. Groth, 15. 118. Referat Originalabhandlung in d. Ber. d. chem. Gesch. 1887, 20, 340.

Gehen wir nun an der Hand der ausgeführten Analysen zu einigen Schlussfolgerungen über.

Besonders interessant bei unsern Zeolithen ist ihr Gehalt an Alkalien.

Die Analysen haben ergeben, dass im Desmin, Chabasit und Heulandit das Kali, im Skolezit dagegen das Natron überwiegend enthalten ist. Es scheint demnach bei ersteren Zeolithen die Neigung zu bestehen, leichter Kali als Natron aufzunehmen, während beim Skolezit das Umgekehrte der Fall ist. Ferner gestatten diese Verhältnisse den Schluss, dass der Skolezit fast ganz ein Auslaugungsprodukt des Oligoklases ist, und die kalihaltigen Mutterminerale (Orthoklas und Mikroklin) wenig zu seiner Bildung beitrugen.

Das Kali im Desmin, Chabasit und Heulandit stammt wegen der fortgeschritteneren Zersetzung der Feldspäte dem Glimmer und der Hornblende gegenüber jedenfalls zumeist aus dem Orthoklas und Mikroklin, und dürften somit Glimmer und Hornblende überhaupt keinen nennenswerten Anteil an der Bildung der Zeolithe genommen haben. Der Desmin, Chabasit und Heulandit sind demnach wesentlich als Auslaugungsprodukte des Oligoklases und nebenbei der Kalifeldspäte anzusehen.

Das Vorhandensein von Strontium im Heulandit und Chabasit bei gänzlichem Fehlen dieses Elements im Desmin und Skolezit deutet auf ein den erstgenannten Zeolithen innewohnendes Bestreben hin, bei ihrer Krystallisation Strontium in ihre Masse aufzunehmen, mit dem Unterschiede jedoch, dass dieses Bestreben im Heulandit bei Weitem grösser zu sein scheint als im Chabasit; ja alle bisherigen Erfahrungen sprechen dafür, dass der Heulandit überhaupt nur bei Gegenwart einer gewissen Menge Strontium bildungsfähig ist.

Aus welchem Mineral nun das Strontium in diese Zeolithe gelangte, konnte leider nicht ermittelt werden wegen der Schwierigkeiten, welche sich einer genauen Trennung des Glimmers von der Hornblende einerseits und einer solchen der Feldspäte andererseits entgegenstellte.

Dass endlich das bei den Auslaugungsvorgängen des Gesteins gelöste Eisenhydroxyd am Aufbau des Zeolithmolekels nicht teilnahm, sondern in mikroskopischen Krystallen als Göthit in der

Masse der Zeolithe ausgeschieden wurde, ist wegen des schwachen basischen Charakters des Eisenhydroxyds erklärlich.

Was die Vergesellschaftung der Neubildungen im allgemeinen anbetrifft, so wurde konstatiert, und sei kurz zusammengefasst, dass Kalkspat stets vorhanden ist, Desmin und Heulandit mit allen Neubildungen gleichzeitig vorkommen, die Gegenwart von Chabasit jedoch die von Skolezit ausschliesst. Dabei ist zu bemerken, dass Desmin mit Skolezit und auch Heulandit einerseits und Chabasit mit Heulandit anderseits vorwiegend vergesellschaftet sind.

Die Altersfolge der sekundären Minerale dürfte sich nach den vorausgegangenen Beobachtungen dahin zusammenfassen lassen, dass der Calcit im allgemeinen älter als der Skolezit, aber jünger als die übrigen Zeolithe ist. Unter diesen erscheint jedoch der Desmin dem Skolezit gegenüber auch als jüngere Bildung. — Der Epidot, welcher auf fast allen übrigen Neubildungen aufgewachsen erscheint, sowie die erwähnten, auf Desmin aufsitzenden Kalkspatkryställchen sind natürlich als jüngste Bildungen zu betrachten.

Fassen wir das Auftreten unserer Zeolithe in Graniten überhaupt ins Auge, so sehen wir, dass das Vorkommen von Desmin in Granit keine seltene Erscheinung ist, wofür ausser den zahlreichen schlesischen Fundstätten[1]) als Königstein bei Görlitz, Striegau, Strehlen, Niklasdorf, Lomnitz, Rohrlach und Kunersdorf, die bekannten Vorkommnisse von Bodenmais[2]) und Baveno[2]) und endlich die schweizerischen, englischen und amerikanischen Fundorte sprechen.

Der Chabasit tritt viel seltener in Granit auf. Seine bekannteren Fundstellen in Granit sind Striegau[3]), Baveno und Giebelbach zwischen Viesch und Laax[4]).

Der Heulandit und der Skolezit endlich sind bisher am seltensten in Granit gefunden worden, z. B. beide in Striegau[5]), ersterer auch bei Viesch in Wallis[6]).

---

1) H. Traube, Die Minerale Schlesiens. Breslau 1888, S. 74 ff.
2) Tschermak, Lehrb. d. Min., 3. Aufl., S. 501.
3) H. Traube, Die Min. Schles. Breslau 1888. S. 54
4) Kenngott, Die Min. der Schweiz, 1866, S. 193.
5) H. Traube, Die Min. Schles., Breslau 1888, S. 120 bezw. 217.
6) Tschermak, Lehrb. d. Min., 3. Aufl., S. 500.

Die bei den Analysen angewandten Methoden.

Zu den Analysen wurde, soweit es möglich war, nur gebeuteltes lufttrockenes Material in Anwendung gezogen.

Die durch Isolierung mittels Thoulet'scher Flüssigkeit erhaltenen Feldspäte wurden vor der Analyse bei einer 80° nicht überschreitenden Temperatur getrocknet.

Die Kieselsäure wurde in den durch Salzsäure nicht zersetzbaren Silicaten bestimmt durch Aufschliessen der Substanz mit Kalium-Natriumcarbonat, Aufnehmen der Schmelze mit verdünnter Salzsäure, Eindampfen und völliges Verjagen der letzteren auf dem Wasserbade (durch Nachgabe von Wasser zu dem trockenen Rückstand und abermaliges Verdampfen), vierstündiges Austrocknen des Rückstandes auf dem Wasserbade, halbstündige Digestion mit möglichst wenig, eventuell nachzugiessender, konzentrierter Salzsäure, Aufnehmen mit heissem Wasser, Abfiltrieren und schnelles Auswaschen mit heissem Wasser.

Da trotz der Digestion mit konzentrierter Salzsäure bei hohem Eisengehalt der Mineralproben die Kieselsäure mit Fluorwasserstoff nicht völlig flüchtig war, sondern nach stattgehabtem Glühen gewöhnlich ein kleiner Rückstand (0,1—0,2% der bestimmten Kieselsäure) im Tiegel konstatiert wurde, so wurde der Rückstand gewogen, sein Gewicht von dem der Kieselsäure abgezogen, alsdann in Salzsäure gelöst und mit dem Filtrat von der Kieselsäure vereinigt.

Die Aufschliessung der Zeolithe geschah mit starker Salzsäure in üblicher Weise, sonst verfuhr ich wie oben.

Im Filtrat von der Kieselsäure wurden zunächst Thonerde und Eisen bestimmt. Der Thonerde-Eisenniederschlag musste bei dem hohen Kalkgehalt des gegebenen Materials durch Lösen in Salzsäure und wiederholtes Fällen mit Ammoniak von eingeschlossenem Kalk gereinigt werden. Bei Gegenwart von Mangan wurde nur eine einmalige Fällung und zwar durch längeres Kochen der nur eben sauren stark konzentrierten Lösung mit krystallisiertem Natriumacetat und schnelles Verdünnen mit kochendem Wasser vorgenommen. In jedem Falle wurde der kalkfreie Thonerde-Eisenniederschlag nach dem Auswaschen in verdünnter Schwefelsäure gelöst, die Lösung in zwei Teile geteilt, in einem Teil das Gesamtgewicht des Aluminium- und Eisenoxydes be-

stimmt, in dem andern Teil im Ventilkölbchen das Eisenoxyd mittels Zinks reduziert und dann mit Chamäleon titriert; die Menge des Aluminiumoxyds ergab sich alsdann aus der Differenz.

Die Eisenoxydulbestimmungen geschahen durch Aufschliessen der Mineralproben mittels Schwefelsäure (2 Vol. + 1 Vol. Wasser) im zugeschmolzenen Rohr im Wasserbade und Titration mit Chamäleon.

Das Mangan wurde in von Thonerde und Eisen befreiter essigsaurer Lösung durch mehrstündiges Digerieren im Wasserbade mit Brom ausgefällt und als Manganoxyduloxyd gewogen.

Kalk und Magnesia wurden in gewohnter Weise ausgefällt, und ersterer als Oxyd, letztere als Pyrophosphat gewogen.

Die Bestimmung der Alkalien geschah durch Abscheidung des Kaliums aus den Chloriden mittels Platinchlorid, und Berechnung des Natriums aus der Differenz. Die in Salzsäure unlöslichen Silicate wurden mit Flusssäure unter Zusatz von etwas Schwefelsäure aufgeschlossen. Bei Abwesenheit von Magnesia wurden die aus dem Fluss-Schwefelsäureaufschluss erhaltenen Sulfate der Alkalien durch wiederholtes schwaches Glühen mit Ammoniumchlorid in Chloride übergeführt. Wenn Magnesia zugegen war, so wurden behufs Entfernung derselben aus dem Filtrat vom Calciumoxalat zunächst die Ammonsalze durch Abdampfen und Glühen verflüchtigt, der Rückstand mit Wasser aufgenommen, mit überschüssigem Baryumhydroxyd längere Zeit erhitzt (um Magnesia als Hydroxyd zu fällen), filtriert, im kochenden Filtrat das überschüssige Baryumhydroxyd durch Einleiten von Kohlensäure niedergeschlagen, das gebildete Baryumcarbonat abfiltriert, und das Filtrat unter Zugabe von etwas Ammoncarbonat eingedampft. Der Rückstand, welcher nun aus den Carbonaten der Alkalien bestand, wurde geglüht und behufs Reinigung der letzteren wiederholt gelöst, filtriert und abgedampft. Durch Zusatz von Salzsäure endlich wurden die Alkalien in Chloride übergeführt. Die Wasserbestimmungen geschahen teils im Verbrennungsrohr mit tariertem Chlorcalciumrohr, teils wurden sie durch Glühen der Proben im Platintiegel über dem Gebläse und Wägen des Rückstandes ausgeführt. Bei den Zeolithen wurde durchweg die letztere Methode angewendet.

Die Untersuchungen auf Schwermetalle, Phosphorsäure und Titan geschahen in Aufschlüssen von 10—20 Gramm. Bei der

Prüfung des Glimmers auf Strontium wurden 20 Gramm in Anwendung gebracht.

Die Volumgewichtsbestimmungen wurden mit Ausnahme der durch die Thoulet'sche Lösung gewonnenen Feldspäte an den feinkörnigen Mineralproben in einem Pyknometer bei 15° ausgeführt.

Die den Berechnungen zu Grunde gelegten Atomgewichte.

Si = 28	Ca = 40	H = 1
Al = 27	Mg = 24	Pt = 195
Fe = 56	K = 39	Cl = 35,5
Mn = 55	Na = 23	P = 31.

Die chemischen Arbeiten vorstehender Abhandlung wurden im Erlanger Laboratorium für angewandte Chemie, die petrographischen und mineralogischen Untersuchungen im Erlanger mineralogisch-geologischen Institut ausgeführt.

Uebersichtstabelle der ausgeführten Analysen.

Anm. Die Horizontalstriche in den Kolumnen deuten an, dass auf die betr. Körper Rücksicht genommen wurde.

	Amphibol-Granitit I.	A.-Granitit II (verwittert).	Orthoklas	Oligoklas (mit Orthoklas untermischt).	Schwarzer Glimmer.	Desmin.		Skolezit.		Chabasit.		Heulandit.	
	Spez. Gew. = 2,735.	Spez Gew. = 2,748.	Spez. Gew. = 2,564.	Spez. Gew. = 2,666. Nach Abzug des Orthoklases festgestellte Formel: 3 $Na_2\ Al_2\ Si_2\ Si_4\ O_{16}$ $Ca_2\ Al_2\ Al_2\ Si_4\ O_{16}$.	Spez. Gew. = 3,015.	Spez. Gew. = 2,168—2,171.		Spez. Gew. = 2,270—2,274.		Spez. Gew. = 2,088—2,094		Spez. Gew.?	
	O-Quotient = 2,96.	O-Quotient = 2,89.	(K_{Na} : Al : $Si_{2,8}$: $O_{7,8}$.		Formel ?	I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.
SiO_2	60,08	53,75	63,19	61,52	34,14	56,40	56,43	45,75	45.75	50,75	50,49	58,30	58,31
Al_2O_3	13,90	12,63	19,48	24,31	17,78	16,07	16,15	26,57	26,51	17,10	17,18	16,70	16,68
Fe_2O_3	7,16	9,06	0,38	—	5,78	0,19		Spur		0,42		Spur	
FeO	3,50	4,44	—	0,48	13,59	—		—		—		—	
MnO	Spur	Spur			1,59								
CaO	4,04	5,27	0,59	4,14	2,07	8,31	8,31	13,15	13,16	8,82	8,72	8,79	8,88
MgO	2,91	4,57	Spur	Spur	13,21	—		—		—		—	
K_2O	2,35	1,93	11,59	2,32	5,70	0,80	0,75	Spur		1,15		0,79	
Na_2O	3,23	3,37	4,20	6,10	1,16	0,22	0,23	0,61	0,56	0,79		0,35	
H_2O	2,61	4,00	0,51	1,65	4,50	17,74	17.80	13,73	13,76	20,78	20,71	15,66	15,57
BaO	Spur	Spur	—	—	Spur	—		—		—		—	
SrO	?	?	—	—	—	—		—		Spur		Wieviel?	
Li_2O	Spur	Spur	—	—	Spur	—		—		—		—	
CuO	„	„			„								
TiO_2	„				-								
P_2O_5	„				Spur								
F					Wieviel?								

Hermann von Helmholtz.

Rede zur Feier seines 70. Geburtstages.

Gehalten von E. Wiedemann.

In H. v. Helmholtz sehen wir einen der Geisterheroen vor uns, wie dieselben nur sehr, sehr selten auftreten; ihr Erscheinen bezeichnet den Abschluss einer Periode in der Entwickelung der Wissenschaften und den Beginn einer neuen. Nicht eine Wissenschaft rechnet ihn zu den ihrigen, sondern fast alle Naturwissenschaften verdanken ihm Förderung. Auf den mannigfachsten Gebieten hat Helmholtz Grosses geleistet, Arbeiten geschaffen, deren jede einzelne genügt hätte einen Forscher unter die ersten seiner Fachgenossen zu erheben. Helmholtz ist Physiolog und Physiker, Mathematiker und Philosoph, Zoolog und Anatom; und wo er eingreift, entsteht bedeutendes.

Hermann Ludwig Ferdinand Helmholtz wurde am 31. August 1821 zu Potsdam geboren, wo sein Vater Gymnasiallehrer war. Er war ein schwächliches Kind, das viel zu Hause bleiben musste und dort auf sein Spiel angewiesen war, dabei beschäftigte er sich vor allem gerne mit einem Baukasten. Angeregt durch diesen interessierte er sich besonders für Geometrie, dann für Mathematik im Allgemeinen und für die Naturwissenschaften. Alles was nicht in einen logischen Zusammenhang gebracht werden konnte, vermochte er nur schwer seinem Gedächtnisse einzuprägen, so z. Bsp. grammatische Regeln; dagegen lernte er leicht Homer, Horaz auswendig. Einen sehr wichtigen Einfluss, wenn auch zunächst in negativer Richtung übten Spaziergänge aus, welche er mit seinem Vater, der von den Freiheitskriegen her Fichtianer, und einem Freunde desselben, der Hegelianer war, unternahm. Deren Dispute, die nie zu einem Abschluss gelangten, verleideten ihm metaphysische Betrachtungen und drängten ihn dazu stets an die Realität anzuknüpfen; wir werden später noch oft hiervon Spuren entdecken.

Er studierte 1838 in Berlin Medizin und zwar am Friedrich-Wilhelm-Institut, einer Anstalt zur Ausbildung von Militärärzten. Aus den Ersparnissen, die er während einer Erkrankung am Typhus machte, während dessen er als Zögling der Anstalt unentgeltlich verpflegt wurde, vermochte er sich ein Mikroskop anzuschaffen, ein damals noch wertvoller Schatz. Es leistete ihm bei der Untersuchung der Ganglien bei Inverteberaten, mit der er promovierte und zu der er von seinem grossen Lehrer Johannes Müller angeregt worden war, sowie bei seinen späteren Forschungen über Fäulniss vorzügliche Dienste. In letzteren wies er zunächst im Gegensatz zu Liebig nach, dass Sauerstoff allein keine Fäulniss hervorbringen kann, weitere Versuche liessen ihm indess dies Resultat als zweifelhaft erscheinen. Im Jahre 1842 wurde er dann Assistenzarzt an der Charité, 1843 Militärarzt in Potsdam, wo er unter dem Mangel an literarischen Hülfsmitteln sehr zu leiden hatte, 1848 Lehrer der Anatomie an der Kunstakademie in Berlin als Nachfolger des ihm in vieler Hinsicht geistesverwandten Brücke. Zugleich entwickelten sich nahe Beziehungen zu Du Bois Reymond, der bei Johannes Müller arbeitete. Du Bois beschäftigte sich damals mit den elektrischen Erscheinungen der Nerven; dadurch wurde Helmholtz zu den weittragenden Arbeiten über die Fortpflanzung der Reizung in den Nerven geführt, Arbeiten, an die schon Du Bois gedacht, die er aber nicht zu unternehmen gewagt hatte. 1849 wurde er als Professor der Physiologie und pathologischen Anatomie nach Königsberg berufen, 1855 als Professor der Anatomie und Physiologie nach Bonn. Es ist dies die Zeit, wo die Physiologie unter dem Einfluss eines E. H. Weber, Ludwig, Brücke, Helmholtz mehr und mehr sich zu einer selbständigen Wissenschaft entwickelte. Sie löst sich von der Anatomie, mit der sie bis dahin auf das engste verbunden war, los und sucht zu Physik und Chemie Fühlung, aus deren Gesetzen sie die Vorgänge der Erscheinungen am lebenden Körper zu erklären suchte. 1858 wurde ein Lehrstuhl für Physiologie in Heidelberg gegründet; einem Ruf dorthin leistet Helmholtz Folge und arbeitet zunächst in dem alten „Ritter“, in demselben Haus, in dem eine Treppe höher Kirchhoff und Bunsen ihre Arbeiten über Spectralanalyse ausführten. Später bezog er mit Kirchhoff ein neues Institut. Als Magnus in Berlin starb, konnte es sich bei der Frage nach seinem Nachfolger allein

um Helmholtz handeln, der im Jahre 1871 dorthin übersiedelte. Wenige Jahre später folgte ihm Kirchhoff. Als dann 1887 W. Siemens durch die Schenkung einer sehr grossen Summe die Gründung einer Technischen Reichsanstalt ermöglichte, übernahm Helmholtz die Direktion derselben, und leitete dieselbe in grösster geistiger Frische bis zum heutigen Tage; jede der dort ihm entgegentretenden technischen Fragen löst er mit der ihm eignen Klarheit und Uebersicht.

Reiche äussere Ehren sind Helmholtz zu Teil geworden. 1883 wurde er geadelt, wol auf Antrag des damaligen Kronprinzen von Preussen, zu dessen Kreise Helmholtz als ein oft und gerne gesehener Gast gehörte, und zu seinem 70ten Geburtstage ist ihm der Titel Excellenz verliehen worden.

Helmholtz war zweimal verheiratet, das eine Mal mit der Tochter eines hannover'schen Artillerieoffizieres Penne, einem direkten Nachkommen des Penne, von dem Pennsylvanien seinen Namen hat, das zweite Mal mit der Tochter des bekannten Staatsmannes von Mohl. Das Helmholtz'sche Haus ist einer der Sammelpunkte des Berliner geistigen Lebens, wo die verschiedensten Interessensphären sich berühren. Von seinen Kindern ist die älteste Tochter gestorben, die zweite mit einem Sohne von Werner von Siemens verheiratet, in ihnen vereinen sich die Familien der grössten Forscher auf technischem und auf wissenschaftlichem Gebiete. Der älteste Sohn ist ein ganz hervorragender Ingenieur, und wie sein Vater schon als Kind die Anregung zu seinen Arbeiten empfieng, so kannte der Sohn schon als Knabe in Heidelberg alle Lokomotiven in ihren Eigentümlichkeiten. Helmholtz zweiter Sohn Robert ist leider nur zu früh den Seinen und der Wissenschaft entrissen worden. Eine Reihe ausgezeichneter Arbeiten haben seine hohe Begabung erkennen lassen, Arbeiten, die vielfach den Stempel vererbter Anlagen tragen, trotzdem Helmholtz selbst die Arbeiten seines Sohnes in keiner Weise beeinflusst hat; er bekam sie gewöhnlich erst nach ihrer Vollendung zu sehen.

Helmholtz' Persönlichkeit ist eine ausnehmend eindrucksvolle; jeder der ihm hat näher treten dürfen, wird dies voll empfunden haben; besonders auffallend ist die ungemeine Ruhe, die ihn auszeichnet und die in der grossen Klarheit des Denkens und Empfindens wurzelt.

Der Lebensgang von Helmholtz, wie ich ihn Ihnen kurz geschildert habe, der so reich bewegt und so vielseitig gestaltet war, konnte natürlich nur für einen so all umfassenden Geist möglich sein, musste aber auch umgekehrt für ihn von grosser Bedeutung werden. Schon dass ihn die äusseren Verhältnisse veranlassten, zunächst Medizin zu studieren, zwang ihn, sich auf allen Gebieten der Naturwissenschaft zu orientieren; er selbst hat öffentlich und im Gespräch die Bedeutung dieses Bildungsganges hervorgehoben und z. B. geraten, dass auch Physiker wenigstens das Tentamen physikum absolvieren sollten. Spuren seiner Thätigkeit an der Kunstakademie finden wir in den vielen Untersuchungen, welche die Grenzgebiete zwischen Aesthetik und Naturwissenschaft behandeln.

Als Helmholtz in den vierziger Jahren nach Berlin kam, herrschte dort ein ungemein reges physikalisches Leben. Grosse Gebiete der Physik hatten feste Gestalt angenommen, die Meckanik, gewisse Gebiete der Elektrizitätslehre. Da hatte Magnus ein physikalisches Laboratorium aus eigenen Mitteln gegründet, freilich nicht in unserem Sinne, sondern ein Forschungslaboratorium, in dem junge Gelehrte unter seiner, meist nur wenig nachhelfenden Leitung experimentierten. Diese jungen strebenden Geister schlossen sich zu der physikalischen Gesellschaft zusammen. Zu ihr gehörten um das Jahr 1850 Helmholtz, Clausius, Kirchhoff, Du Bois, Karsten, Knoblauch, Beetz, mein Vater u. a., d. h. also diejenigen, welche neben den Schülern von Neumann in Königsberg und den sehr wenigen von W. Weber in Göttingen lange Zeit die Physik an unseren Hochschulen vertreten haben. Die Fülle der Anregungen, die in diesem Zusammenleben der Einzelne empfing, ist an keinem derselben spurlos vorübergegangen. Dies spricht sich in der Universalität der Durchbildung und dem Umfang des Wissens und Könnens aus, die jene Gelehrten auszeichnet. Sie waren es ja auch, die zusammen grosse Gebiete der Physik eroberten und unter denen die deutsche experimentelle Physik einer der ausländischen vollkommen ebenbürtige Stellung einnahm. Das war auch der Kreis, in dem Helmholtz's Prinzip von der Erhaltung der Energie jubelnde Zustimmung fand.

Bei allen seinen Forschungen knüpft Helmholtz an die Thatsachen an und zieht aus ihnen die Konsequenzen; er geht nicht von allgemeinen Hypothesen aus, um aus ihnen die Einzelerscheinung zu deduzieren. So ist es beim Prinzip von der Erhaltung der Energie, das eine direkte Folge der Ergebnisse der bisherigen Forschungen der Physiker war, und das ihm als etwas selbstverständliches erschien. Aber wie steigt Helmholtz von den Thatsachen auf; mit gewaltigen Sprüngen erreicht er Höhen, von denen aus ihm Gebiete, weit abliegend von dem Ausgangspunkte, erschlossen sind. Vielseitigkeit und Höhe der Auffassung, Tiefe und vor allem die Ausdauer des Denkens zeichnen ihn aus. Wie speziell mag die Frage nach der Aenderung der elektromotorischen Kraft eines galvanischen Elementes mit der Temperatur erscheinen, ein Thema für eine Doktordissertation; Helmholtz wird sie ein Ausgangspunkt für die Trennung der gesammten Energie in freie und gebundene.

In dieser Anlage Helmholtz', stets an das thatsächliche anzuknüpfen, liegt auch der Grund, warum er keine Hypothesen über die Natur der Atome, des Magnetismus und der Elektrizität aufgestellt hat, nicht als ob er diese Hypothesen verachtete und nicht benutzte, im Gegenteil, wo es irgend zweckmässig erscheint, erweitert und vertieft er sie; darin gleicht er weit mehr Clausius und Maxwell als Kirchhoff.

Ruhen doch gerade eine Anzahl von Helmholtz' neueren Arbeiten auf den Faraday-Maxwell'schen Anschauungen von dem Wesen des Lichtes und der Elektrizität und den von Clausius und Krönig entwickelten Anschauungen über das Wesen der Gase. In seinen theoretischen Untersuchungen benutzt Helmholtz die schwierigsten Hülfsmittel der Mathematik, aber stets ist ihm das Reale die Hauptsache, das Formale die Nebensache.

Helmholtz' Arbeit spinnt sich wenig am Schreibtische ab; seine Arbeitszeit ist kurz, seine Ruhezeit sehr lang. Nach dem Abendessen arbeitet er nie, da liest er Reiseerzählungen und ähnliches. Morgens früh kommen ihm die besten Gedanken, auf Spaziergängen spinnt er sie weiter aus; für seine Begleitung ist er dann ein wenig unterhaltender Gesellschafter; steigt er in den Bergen umher, so muss er sich besonders schwierige Wege ausersehen die ganz seine Aufmerksamkeit fesseln, um nicht zu simulieren. Sonst muss er bei jeder Gelegenheit arbeiten und denken.

Jeder Eindruck, jede Beobachtung löst ihm Gedankenreihen aus, und überall sucht er auch Beobachtungen zu sammeln, um daran Schlüsse anzuknüpfen. An der Riviera lässt er sich am Cap von Antibes nieder und studiert die Wellenzüge. Der Wind, der sich längs der Wasserfläche hinbewegt, überträgt auf diese einen Teil der Energie und es entstehen stehende Welleu; ebenso aber auch zwischen zwei Schichten in der Luft von verschiedener Geschwindigkeit, und sein Auge, das am bewölkten Himmel entlang gleitet, sieht in den Schäfchen, die reihenweise nebeneinander geordnet sind, die Zeichen solcher Wellen. Damit ist der Meteorologie ein neuer Gesichtspunkt eröffnet, der von grosser Bedeutung geworden ist. Hört er Musik, so folgt er auf der einen Seite den Tonreihen des grossen Musiker, zugleich löst aber sein in seltenem Grade geschultes Ohr dieselben in ihre Einzelglieder auf. In Gemäldegalerien studiert er sorgfältiger als andere die Bilder und während diese sich in Begeisterung für dieselben hypnotisieren, empfindet er voll und ganz ihre Schönheit, zugleich sucht und findet er die Gründe für dieselbe.

Helmholtz hat aber nicht allein selbständig Grosses geschaffen, sondern auch die Arbeiten Anderer auf das emsigste durchstudiert und einheitlich verarbeitet; den Fortschritten der Wissenschaft folgt er stets mit grösster Aufmerksamkeit. Durch seine Art des Lesens wird ihm das sehr erleichtert, er liest den Anfang und das Ende, stimmt es zusammen, so ist er zufrieden, stimmt es nicht, so sucht er den Fehler; es erinnert das an eine gute Regel von Kirchhoff, die er mir einmal gab, „verstehe ich eine Abhandlung nicht, so lese ich den Anfang und das Ende und mache mir die Zwischenglieder selber.“

Der direkte Einfluss des Vortrages von Helmholtz auf die grosse Zahl der Studierenden ist ein beschränkter gewesen; sein Vortrag ist für sie zu hoch; er sieht die Schwierigkeiten nicht, die ihnen ein Problem fast unlösbar erscheinen lassen, weil er sie spielend überwindet. Für Fortgeschrittenere waren aber stets seine Vorlesungen von grosser Anregung. Da, wo er sich Zeit gelassen hat, und lassen konnte, Vorträge oder Werke vollkommen auszuarbeiten, da entstehen Meisterwerke der Darstellung und des Stiles, Werke in denen Form und Inhalt einander vollkommen entsprechen, so in seinen öffentlichen Vorlesungen, in seinen Tonempfindungen, in seiner physiologischen Optik.

Alle unsere Naturforscher sind mehr oder weniger seine Schüler, alle bauen auf einer Basis weiter, die er gelegt, und helfen das Haus eindecken, dessen Säulen er hoch hinaufgeführt, aber keiner mit Ausnahme von Hertz auf elektrischem Gebiete kann sagen, dass er im gewöhnlichen Sinne des Wortes sein Schüler gewesen. Selbstverständlich sind unter seiner Leitung viele Arbeiten gemacht, aber der späteren Entwicklung wol nur sehr weniger Forscher hat er seinen Stempel aufgedrückt, wie dies bei Neumann in Königsberg in so hohem Masse der Fall war; er hat nie ein Seminar geleitet: seine und der anderen Art zu denken sind eben inkommensurabel. Das macht sich auch bei vielen der Arbeiten geltend; oft schreitet die Entwickelung sprungweise fort, Helmholtz war sich der fehlenden Zwischenglieder gar nicht bewusst. In einem Satze spricht er Ausgangspunkt und Resultat langer Denkreihen aus und überlässt es den Lesern die Zwischenglieder einzufügen. Dass aus Maxwell's elektromagnetischer Lichttheorie die Gesetze der Brechung und Reflexion des Lichtes in jeder Hinsicht folgen, sieht er intuitiv und Lorentz beweist in einer umfangreichen Schrift, dass Helmholtz' Schlüsse richtig sind.

Helmholtz' geistige Arbeit ist in einer Reihe von Abhandlungen, seinen Werken über die Lehre von den Tonempfindungen und seiner physiologischen Optik und nicht zum wenigsten in seinen populären Vorträgen niedergelegt. Gestatten Sie mir, Ihnen einiges daraus mitzuteilen.

Die bedeutendste und weitgreifendste Arbeit von Helmholtz trägt den Titel „Ueber die Erhaltung der Kraft“; sie erschien 1847. Wir würden jetzt sagen, „über die Erhaltung der Energie, und des Arbeitvorrates“, denn das ist was Helmholtz unter Kraft versteht. Das Ergebnis der Abhandlung fasst sich zusammen in dem Satze: Die Energie des Weltalls ist eine Konstante, oder mit anderen Worten, wenn Energie einer Form verschwindet, so entsteht eine genau gleiche Menge Energie einer anderen Form. Schon früher war dieser Satz für die Wechselbeziehungen zwischen Wärme und Arbeit ausgesprochen und zwar von Joule und Colding und wie wir jetzt aus den nachgelassenen Papieren von Sadi Carnot wissen, hatte auch er, der ursprünglich ein Anhänger der Materialität der Wärme war, sich später zu der Ansicht bekannt, dass die Wärme eine Form der Bewegung sei, und das mechanische Wärmeäquivalent berechnet. In allgemeiner Weise war er von

R. Mayer ausgesprochen worden. Den Satz für die Aequivalenz von lebendiger Kraft und Arbeit in der Mechanik, von Wärme und Arbeit in der Wärmelehre hat nun Helmholtz unter ein ganz allgemeines Prinzip als Spezialfälle untergeordnet und an der Hand der Thatsachen gezeigt, dass, mag die Energie in mechanischen, thermischen, elektrischen, magnetischen, optischen Phänomenen ihren Grund haben, sie nur in aequivalenter Menge umgewandelt werden kann. Später ist Helmholtz wohl vorgeworfen worden, er habe den Verdiensten anderer, vor allem Robert Mayers nicht genügend Rechnung getragen; er kannte aber die Arbeit des Heilbronner Arztes nicht, sie war in Liebigs Annalen veröffentlicht, einem Journal, in dem man solche Arbeiten nicht suchte, Jahresberichte u. dergl. gab es zur damaligen Zeit nicht, aber selbst wenn Helmholtz die Arbeit gekannt hätte, so wäre sein Ruhm, das Prinzip der Erhaltung der Energie aufgestellt zu haben, dadurch in Nichts geschmälert; die Höhe der Auffassung ist bei Helmholtz eine ganz andere und die Art der Begründung eine viel sicherere. Nachdem Helmholtz die Arbeit Robert Mayers kennen gelernt, hat er rückhaltslos dessen Leistungen anerkannt und ist stets für die Priorität desselben eingetreten und hat sie besonders auch englischen Ansprüchen gegenüber vertheidigt.

Uns Jüngere berührt es wunderbar, wenn wir hören, dass Helmholtz' Schrift von der Erhaltung der Kraft, ebenso wie die Mayer'sche Schrift von Poggendorff, dem Redakteur des hauptsächlichsten physikalischen Journales zurückgewiesen wurde und dass sie auch in den Kreisen der Berliner Akademie, der doch bedeutende Physiker angehörten, keinen Anklang fand. Eine Ausnahme machte Jacobi, dem diese Untersuchungsreihen besonders nahe lagen; er hat ja selbst wesentlich an dem Ausbau der Mechanik mitgewirkt. Die älteren Physiker, wie Magnus, Dove, Poggendorff gehörten ganz der experimentellen Richtung an und wollten von der mathematischen Behandlung nicht allzuviel wissen, oder betrachteten doch die mathematische Physik als ein Gebiet vollkommen für sich. Sagte doch zu derselben Zeit Magnus zu manchem seiner Schüler, Clausius müsse sich entscheiden, ob er experimenteller oder mathematischer Physiker werden wolle. Eine Vereinigung von experimenteller und mathematischer Richtung, bei der aber das Hauptgewicht auf letzterer lag, finden wir in Königsberg bei Neumann, dessen Schule ihre höchste Blüthe in

Kirchhoff gezeitigt und in Göttingen, wo Gauss und W. Weber zusammenarbeiteten. In Berlin war es die junge Generation, die sich eingehend mit mathematischen Studien beschäftigte und daher auch befähigt war Helmholtz' grosses Resultat zu erfassen. Vor allem ist es wohl Clausius gewesen, der die ganze Bedeutung übersah und sehr bald die schönsten Resultate erzielte, als er angeregt durch ein Referat in Magnus Colloquium, Helmholtz' Resultat mit dem Carnot'schen Kreisprozess in Verbindung brachte und in schneller Folge den beiden Hauptsätzen der mechanischen Wärmetheorie die Gestalt gab, in der wir dieselbe noch heute benutzen.

Das Prinzip von der Erhaltung der Energie ist in gewissem Sinne ein beschränkendes und sagt uns nur über die quantitativen Verhältnisse etwas aus, die bei Umsetzungen walten müssen. Dagegen gibt es uns noch keine Bestimmung darüber, in welchem Sinne die Verwandlung erfolgen muss, ob Arbeit unbegrenzt in Energie der Wärme und letztere unbegrenzt in Arbeit verwandelbar ist, wie sich dasselbe bei der Elektrizität, bei dem Lichte u. s. w. gestaltet; eine solche Bestimmung erhalten wir erst durch teils von Helmholtz selbst, teils von anderen weiter geführte Untersuchungen, die in seiner Unterscheidung zwischen freier und gebundener Energie ihren Abschluss finden; aus ihnen erfahren wir z. Bsp. einen wie grossen Teil der Wärme, die in einem galvanischen Element bei chemischen Prozessen entwickelt wird, sich als Stromesarbeit wiederfindet, eine Frage von eminent praktischer und theoretischer Bedeutung. Die Energieformen ordnen sich nach diesen Betrachtungen in verschiedene Rangstufen, je nachdem sie mehr oder weniger vollkommen in mechanische Arbeit verwandelbar sind.

Helmholtz hat auch später noch die einzelnen mechanischen Sätze auf allgemeine Prinzipien zurückgeführt. So zeigte er für alle umkehrbaren Naturprozesse, also diejenigen, welche ebensogut vor wie rückwärts durchlaufen werden können, dass das allgemeinste Gesetz, welches sie regelt, das Prinzip der kleinsten Wirkung ist. Ein umkehrbarer Prozess ist z. B. der in vielen Elementen sich abspielende, die in Folge der chemischen Prozesse in ihnen einen Strom liefern, während wenn der Strom in entgegengesetztem Sinne durch sie hindurch geschickt wird, ein chemischer Prozess auftritt, der dem ursprünglichen gerade ent-

gegengesetzt ist. Einen anderen umkehrbaren Prozess haben wir beim Erhitzen von Jodwasserstoffsäure; bei hohen Temperaturen entsteht Jod und Wasserstoff, beim Abkühlen bildet Jodwasserstoff sich zurück. Für nicht umkehrbare Prozesse, so für die meisten chemischen Prozesse, gelangt Helmholtz zu der Ansicht, dass es nur in unseren mangelnden Hilfsmitteln liege, sie zu umkehrbaren zu machen, da wir nicht alle durch den ersten Prozess erzeugten Verschiebungen und Bewegungen umkehren können. Wäre uns eine vollkommene Umkehrung aller Prozesse in einem gegebenen Momente möglich, so müsste die Weltentwickelung entgegengesetzt durchlaufen werden.

In neuerer Zeit hat dann Helmholtz noch mehrere namentlich für die mechanische Wärmetheorie wichtige Arbeiten über monocyklische Systeme verfasst, die in der Hand von Boltzmann zu folgenschweren Ergebnissen führten.

Die bisher besprochenen Untersuchungen waren ganz allgemeiner Natur, ihre Konsequenzen müssen für alle Gebiete der Naturforschung in gleicher Weise gelten; anwendbar sind sie in um so höherem Grade, je mehr wir einen Einblick in die den Erscheinungen zu grunde liegenden mechanischen Vorgänge erhalten.

Ich möchte jetzt eine Reihe von spezielleren Arbeiten besprechen.

Von den mannigfachsten Seiten war schon seit Jahrhunderten die Bewegung der Flüssigkeiten und Gase behandelt worden; dabei waren aber, ihrer Schwierigkeit wegen, sorgfältig alle die Fälle ausgeschlossen worden, bei denen innerhalb eines kleinen Raumes rotierende Bewegungen, Wirbelbewegungen auftreten. In einer einzigen Abhandlung von mässigen Umfang legt Helmholtz dar, wie auch diese Probleme mathematisch behandelt werden können. Er gelangt dabei zum Begriff des Wirbelfadens; dies sind beliebig gewundene Teile der Flüssigkeit, in denen um eine Axe eine Rotation stattfindet. Vereinen sich die beiden Enden eines Wirbelfadens, so erhält man einen Wirbelring. Solche Wirbelfäden und Wirbelringe müssen bei gewissen Voraussetzungen über die Natur der Umgebung unveränderlich dieselbe Menge Flüssigkeit enthalten und sind unzerstörbar. Nähern sich zwei Wirbelringe, so ziehen sie sich gegenseitig an, oder stossen sich ab je nach der Art der Bewegung. Ueber einen solchen Wirbel-

ring können Schwingungen hingleiten, man kann sie ineinander schlingen, aber nur eine begrenzte durch die Struktur derselben bedingte Anzahl. Sie besitzen also Eigenschaften, wie wir sie bei den Atomen annehmen. In der That haben manche Forscher an Helmholtz anknüpfend, die Atome als Wirbelringe aufgefasst.

Mit diesen Arbeiten in mehr oder weniger engem Zusammenhang stehen Helmholtz' Untersuchungen über die Winde; die Bewegung von Luftballons, die Art der Luftbewegung in Pfeifen u. a. m.

In sehr vielen Untersuchungen beschäftigt sich Helmholtz mit elektrischen Fragen; die fundamentalsten dürften diejenigen sein, in denen er die verschiedenen Gesetze über die Wechselwirkung zweier Stromelemente einer genauen Diskussion unterwirft. Auf der einen Seite stand das von Weber aufgestellte Gesetz; er ging von der Anschauung einer Fernewirkung aus und fasste das Coulomb'sche Gesetz für die statische Elektrizität, das Ampère'sche für die Anziehung und Abstossung von Strömen, das Neumann'sche für die Induktion in einer einzigen Gleichung zusammen, die ausser den Abständen der wirkenden Teile noch ihre Geschwindigkeiten und ihre Beschleunigungen enthielt; sein Gesetz setzt ausserdem die Existenz zweier Elektrizitäten voraus. Auf der anderen Seite stand die Anschauung Maxwell's, der anknüpfend an Faraday die Fernewirkung durch die Wirkung eines Zwischenmediums ersetzte. Helmholtz behandelte zunächst Weber's Ansicht und gelangte zu dem Resultat, dass sie zu Konsequenzen führt, die mit den Thatsachen in Widerspruch stehen. Dagegen ergab sich für die Maxwell'sche Theorie eine vollständige Uebereinstimmung mit den Beobachtungen. Hieran hat sich eine lange Polemik geknüpft, die von Helmholtz' Gegnern oft sehr scharf, von ihm selbst aber in ruhiger Weise geführt wurde; in der Polemik machte sich auch ein etwas übertriebenes Nationalgefühl geltend. Helmholtz selbst hat, was ich noch besonders betonen möchte, die grosse Bedeutung des Weberschen Gesetzes hervorgehoben und nichts hat ihm ferner gelegen, als dem Entdecker desselben nicht volle Gerechtigkeit widerfahren zu lassen. Das Endresultat der Polemik war, dass Maxwells Anschauung siegreich blieb, und jetzt fast allein noch benutzt wird. Helmholtz versuchte selbst die experimentelle Hauptentscheidung zu fällen und zu zeigen, dass elektrische Störungen eine endliche

Zeit brauchen, um sich fortzupflanzen. Dies gelang aber erst Hertz, der in den von Kirchhoff und Sir W. Thomson genauer diskutierten elektrischen Schwingungen ein Hilfsmittel dazu fand.

Wir verlassen jetzt die spezifisch physikalischen Arbeiten von Helmholtz und wollen noch einen Blick auf seine Tonempfindungen und seine physiologische Optik werfen.

In seiner physiologischen Optik und seiner Lehre von den Tonempfindungen sowie einer Reihe von öffentlichen Vorlesungen sind die Ergebnisse der Forschungen zusammengefasst, in denen er sich die Aufgabe stellt, zu untersuchen, in welcher Weise wir durch Auge und Ohr eine Kenntnis der uns umgebenden Aussenwelt erhalten, wie wir diese Eindrücke zu Vorstellungen über die Aussenwelt verarbeiten und wie mit denselben unser ästhetisches Empfinden zusammenhängt.

Zum Verständnis der physiologisch-optischen Erscheinungen, war es zunächst nöthig, das Organ, durch das wir die Eindrücke aufnehmen, genauer zu studieren. Dazu hat Helmholtz eine ganze Reihe von Instrumenten ersonnen, vor allem den Augenspiegel, dessen Erfindung er selbst in wissenschaftlicher Beziehung selbst eine nur untergeordnete Bedeutung beilegt. Nachdem er mit dem Augenspiegel und anderen Hilfsmitteln den Bau des Auges, als eines optischen Instrumentes genauer erforscht und die physikalischen Eigenschaften der einzelnen Teile, die es zusammensetzen, bestimmt hatte, war eine sichere Basis auch für das grosse Gebiet der Ophthalmologie gelegt. Aber nicht nur die Umrisse der Netzhautbilder der äusseren Gegenstände sind die Zeichen von ihrer Existenz, welche wir im Auge erhalten, sondern sie sind auch mannigfaltig gefärbt. Anknüpfend an eine von Th. Young aufgestellte Ansicht entwickelte dann Helmholtz die nach beiden Forschern benannte Theorie; nach ihr enthält die Retina 3 Arten von Nerven, rothempfindliche, grünempfindliche und endlich solche, die das blau oder violett wahrnehmen. Dadurch kann er die gesammten Farbenwahrnehmungen, so weit sie zu seiner Zeit bekannt waren, erklären. Auf Helmholtz Forschungen weiter bauend, haben dann andere Gelehrte teils seine Ansichten ergänzt und berichtigt, teils auch abweichende Hypothesen aufgestellt.

Bei diesen Untersuchungen wurde Helmholtz auch zu der Frage geführt, welchen Realitäten die Zeichen entsprechen, welche wir mit unserem Auge und unserem Tastsinn erhalten. Er schliesst

sich im Prinzip Kant darin an, dass die Raumauffassung eine uns Menschen a priori gegebene, für uns notwendige, also nach Kant transcendentale Form der Anschauung sei, aber gleichzeitig betont er, dass der Raum nicht etwa die Eigenschaften zu haben braucht wie sie in den Axiomen des Euklid ausgesprochen sind, so z. B. dass die Winkel eines Dreiecks zusammen 180° betragen. Bei der Weiterführung dieser Ideen entstehen die wundervollen Arbeiten über die Axiome der Geometrie, unsere Raumanschauung; durch diese Arbeiten werden der Mathematik neue Gebiete erobert, andererseits unsere Raumvorstellungen wesentlich geklärt. Manche dieser Untersuchungen berühren sich mit solchen von Riemann und anderen.

Dass Helmholtz' Tonempfindungen bahnbrechend gewirkt haben, ist allbekannt. Von den Beobachtungen aufsteigend, gelangt er zu der Lehre von der Konsonanz, die aber nach ihm nicht die wesentliche Grundlage der Theorie der Musik ausmacht; die wesentliche Basis der Musik ist die Melodie; eine Musik ohne Harmonie ist wohl möglich, sie findet sich noch jetzt bei vielen aussereuropäischen Völkern; eine Musik ohne Melodie ist undenkbar; die Harmonie dient nur zur Verstärkung der Melodie. Wie lang war aber der Weg bis zu dieser allgemeinen musikalischen Anschauung; während ihn Helmholtz durchwandert, bereichert er unsere Wissenschaft mit vielen Thatsachen und neuen Erkenntnissen; er studiert die Bewegung in Pfeifen und von Saiten, die Zusammensetzung von Klängen, die Kombinationstöne. Er untersucht die Bildung der Vokale. Hatte hier auch Grassmann, dessen Arbeiten Helmholtz unbekannt geblieben waren, schon viele Resultate gewonnen, und sind an manchen Stellen von späteren Forschern Ergänzungen und Verbesserungen angebracht worden, die Bahn hat Helmholtz doch gebrochen.

In den zuletzt besprochenen Arbeiten hatte Helmholtz vielfach Gelegenheit auf das psychologische und ästhetische Gebiet überzugreifen; in einzelnen der Arbeiten stellte er sich dies sogar geradezu zur Aufgabe. Dadurch wurden die Grenzen zwischen Physiologie und Psychologie schärfer abgesteckt und immer mehr nach dem Gebiete der Psychologie vorgeschoben. Von immer neuen und neuen Gebieten ergab sich, dass sie der Physiologie angehörten. Darauf haben dann Wundt und seine Schüler weiter gebaut. Natürlich wollte Helmholtz bei seinen ästhetischen Be-

trachtungen nicht, was oft missverstanden worden ist, lehren, wie Gemälde zu malen, wie Tonwerke zu componiren sind. Er entwickelt aus Beobachtungen an vorhandenen Werken die Gesetze des Schönen und prüft sie als Naturforscher. Wie schon lang für die Architektur erkannt war, dass nur der Bau uns schön erscheint, der den statischen Gesetzen gehorcht, so findet Helmholtz ähnliche Gesetze in den verwickelteren Gebieten des Tones und des Lichtes. Damit ist der Aesthetik, soweit sie sich nicht auf volltönende Phrasen beschränkt, die sichere der Prüfung zugängliche Grundlage gegeben; Physiologie und Psychologie geben die conditio sine qua non des Schönen; der Künstler genügt ihr unbewusst und schafft das Schöne. Helmholtz hat dabei aber nie vergessen, dass zu dem naturwissenschaftlichen Moment auch das rein psychische hinzutreten muss. Er selbst hat an mehreren Stellen seinem Empfinden über Kunstwerke in der schönsten und erhabensten Weise Ausdruck gegeben.

Ich habe versucht Ihnen einen Ueberblick über Helmholtz' wissenschaftliche Arbeit zu verschaffen, viele wichtige Arbeiten habe ich freilich nicht einmal genannt und was ist doch alles an uns vorüber gegangen. Unglaublich klingt, dass ein Mann all diese Gebiete beherrscht und überall grundlegendes geschaffen hat. Historiker späterer Zeiten werden unter dem einen Helmholtz eine ganze Reihe von Gelehrten gleichen Namens vermuten. Ist trotzdem sein Name in weiten Kreisen weniger bekannt, wie der manches anderen, so liegt dies einmal darin, dass er nie in den Kampf der Parteien eingetreten und dann darin, dass seine Forschungen nicht so direkt wie etwa diejenigen eines Darwin mit ethischen und religiösen Anschauungen in Konflikt geriethen, trotzdem sein Prinzip von der Erhaltung der Energie für die ganze Weltanschauung von weittragendster Bedeutung ist.

Hoffen wir, dass Helmholtz noch recht lange in seiner geistigen Frische, die in seinem 70. Jahre noch gerade so gross ist, wie in seinen früheren Tagen, den Seinen und der Wissenschaft erhalten bleibe.

Werner von Siemens.

Gedächtnisrede.

Gehalten von E. Wiedemann.

Vor etwa einem Jahre durfte ich Ihnen eine Schilderung des Lebens und Wirkens unseres grössten Naturforschers, Hermann von Helmholtz, entwerfen, heute liegt mir die traurige Pflicht ob, Ihnen das Bild eines anderen grossen, eben dahin geschiedenen Mannes, Werner von Siemens, zu zeichnen.

Werner von Siemens ist eine Gestalt, die uns an die Männer der Zeit der Renaissance erinnert, an die Zeiten, wo jeder hervorragende Mann auch ein ganzer Mensch, nicht ein Spezialist war. Welche Fülle von Thätigkeiten vereinigt nicht Siemens in sich. Er ist aktiver Offizier, ein energischer Stratege, der voll Begeisterung seinem Berufe lebt, so lange er darin selbstständig schaffen kann; er ist hervorragender Gelehrter und gehört zu den allerbedeutendsten, die die Resultate der Wissenschaft praktisch zu verwerten verstehen. Auch dem öffentlichen politischen Leben steht Siemens nicht ferne, ja er spielt eine Zeit lang in demselben eine hervorragende Rolle. Er ist Mitglied des Landtages; wenn er auch nicht im Parlamente selbst als Redner hervortritt, so übt seine bedeutende, zielbewusste Persönlichkeit in den Kommissionen einen grossen Einfluss. Der Name Fortschrittspartei rührt von ihm her. Aber als Mann des realen Lebens, als Naturforscher sieht er nicht das Heil des Volkes in dem starren Festhalten an construirten Prinzipien. Er wirkt überall mässigend, nach den Erfolgen des Krieges 1866 tritt er für die Bewilligung der Indemnität für die Regierung ein, im Gegensatz zu seinen mehr links stehenden, den prinzipiellen Standpunkt verfechtenden Parteigenossen wie z. Bsp. Waldeck; so hat er dazu beigetragen, dass unserem deutschen Volke schwere Konflikte erspart wurden. In vielen Fragen des Handels, der

Industrie ist sein Einfluss massgebend gewesen, ihm verdanken wir, dass wir eine deutsche Patentgesetzgebung haben. Siemens war einer der ersten, die dafür eintraten, dass deutsche Fabrikate als deutsche und nicht als englische oder französische ebensowohl auf den einheimischen, wie auf den fremden Markt kamen; auf seine Anregung hin sind die Professuren für die neue technische Wissenschaft der Elektrotechnik gegründet, deren Aufschwung er selbst so mächtig auch als einer der Stifter des elektrotechnischen Vereins gefördert hat.

Das Leben und den Entwicklungsgang von Siemens zu schildern, ist uns dadurch wesentlich erleichtert, dass er selbst uns in den Lebenserinnerungen ein Bild seines Lebens gezeichnet hat, so unparteiisch, so einfach, so richtig, wie es kein Anderer hätte thun können. Bei so vielen Autobiographien verliert man nie das Gefühl, dass der Verfasser während des Schreibens seine frühern Empfindungen analysiert und weiter spinnt, von sich selbst ein Bild entwirft, nicht wie es war, sondern wie es nach seinen Ansichten hätte sein können oder sollen. Motive kompliziertester Art, wie sie wohl selten im Moment eine That bestimmen, werden zur Erklärung derselben herbeigezogen, kurz Wahrheit und Dichtung gemischt, um ein litterarisches Kunstwerk zu schaffen. Ganz anders bei den Lebenserinnerungen von Siemens, überall sind die äusseren und inneren Verhältnisse, wie sie waren, geschildert, die Schwierigkeiten die sich seiner Entwicklung entgegenstellten und auch kleine Schwächen nicht verschwiegen. Der ganze Stil des Buches spiegelt den einfachen Charakter von Siemens wieder und diejenigen, die Siemens persönlich gekannt, glauben ihn in dem Buch sprechen zu hören.

Ernst Werner Siemens wurde im Jahre 1816 am 13. Dez. zu Lenthe bei Hannover als Sohn eines Landwirtes geboren. Seine erste Erziehung erhielt er im väterlichen Hause durch Hauslehrer, von denen er besonders dem einen, dem Kandidaten der Theologie, Sponholtz, ein äusserst dankbares Gedächtnis bewahrte. Später kam er nach Lübeck auf das Gymnasium und trat dann 1834 als Freiwilliger in die Artillerie, um Offizier zu werden. Als solcher machte er den schleswig-holsteinischen Feldzug mit und hat dort durch die Verteidigung der Kieler Föhrde durch Seeminen, die er zuerst anwandte, sich auch militärischen Ruhm erworben. Aus

dem Militärdienste trat er im Jahre 1849 aus und gründete mit Halske die Telegraphenbauanstalt „Siemens und Halske“, die sich mit der Zeit zu einer der grössten elektrotechnischen Anstalten entwickelte. Auf seine technische Thätigkeit als Leiter derselben werden wir später zu sprechen kommen. Zahlreiche Reisen lehrten ihn Menschen und Verhältnisse kennen und mit immer unbefangenerem Blicke betrachten. Von Kaiser Friedrich wurde Siemens der erbliche Adel verliehen, er heisst von da Werner von Siemens! Er war zweimal mit ihm durch Verwandtschaft nahestehenden Frauen vermählt, eine reiche Kinderschar verschönte sein Leben. Zwei seiner Söhne Arnold und Wilhelm, von denen er mit berechtigtem Vaterstolze spricht, haben das Geschäft übernommen; der erste ist mit einer Tochter von Helmholtz verheirathet. Mit seinen zahlreichen Geschwistern haben Siemens während seines ganzen Lebens die innigsten Beziehungen verbunden; für die Erziehung seiner Brüder hat er z. Thl. gesorgt, seinen Bruder Wilhelm selbst zu der glänzenden technischen Laufbahn, die er später eingeschlagen, vorgebildet. Wenn das Haus Siemens, oder besser die Häuser Siemens in den Brüdern Werner, Wilhelm, Karl, Friedrich auf den mannigfachsten Gebieten der Technik eine Herrscherstelle einnahmen und auch noch nach dem Dahinscheiden der ersten beiden einnehmen, so verdanken sie dies nicht zum mindesten dem ältesten unter ihnen.

Am 6. Dez. 1892 beschloss Siemens, 76 Jahre alt, sein thatenreiches Leben.

Nur einige Züge aus dem Charakter des Dahingegangenen möchte ich der knappen Schilderung seines Lebenslaufes beifügen. Seine vornehme Gesinnung tritt uns am deutlichsten in dem Ausspruch entgegen, dass er nie ein Unternehmen ins Werk gesetzt habe, blos um sich zu bereichern, stets habe er dabei das allgemeine Wohl im Sinne gehabt. In der That, betrachten wir die unzähligen Schöpfungen des Hauses Siemens, stets haben sie weiten Kreisen Segen gebracht und gerade deshalb weil sie weitverbreiteten Bedürfnissen entgegenkamen, ihrem Schöpfer auch Reichtümer zugetragen. Ein Hauptzug seines Wesens, der auch in seinem Aeusseren sich manchmal zeigte, war eine Neigung zum träumerischen Sinnen. Diese Neigung beeinflusste aber die Anlage seiner Pläne nur insoweit, als sie ihn die Ziele höher und idealer stecken liess, als bei einer

nüchternen Ueberlegung der Fall gewesen wäre; im Laufe der Entwicklung wusste er stets den realen Verhältnissen vollauf Rechnung zu tragen; er scheute sich auch nie, wenn ihn sein idealer Sinn zu weit fortgerissen, dies später einzugestehen und die von ihm angeregte Bewegung wieder in die richtigen Bahnen zu leiten.

Im geraden Gegensatz zu dieser mehr idealen Anlage steht seine Begabung zu organisieren. Die grossen Erfolge seines Geschäftes verdankt er natürlich auch seinen Mitarbeitern, Halske, Hefner von Alteneck, Frischen, Frölich u. a., dass er aber stets die richtigen Männer fand, sie an die richtige Stelle setzte, ihnen auch in Fällen, wo nur rein wissenschaftliche Fragen in Betracht kamen, Förderung gewährte und dass er neidlos ihre Verdienste anerkannte, spricht fast mehr als alles andere für seine Grösse. Sein organisatorisches Talent zeigt sich auch in der ebenso grossherzigen wie klugen Art, wie er durch Ordnung der Pensionsverhältnisse es versteht, seine Arbeiter an sich zu ketten, so dass seine Anstalten von Ausständen verschont geblieben sind.

Ein Grundzug in Siemens Wesen ist seine Bescheidenheit, gepaart mit dem richtigen Selbstgefühl. Bitter empfindet er es, wenn seine Entdeckungen von Engländern als die Ihrigen ausgegeben werden und diesen dann womöglich auch in Deutschland die Priorität zuerkannt wird. An den deutschen Arbeiten rühmt er dagegen ihre Unparteilichkeit. Möchte doch, wie er in der Industrie dahin gewirkt, dass das nationale Gefühl sich hob, auch hier sein mahnendes Wort wirken und mögen wir in Deutschland, wie man es in England leider auch zuweilen ohne Rücksicht auf Andere, thut, bei aller Gerechtigkeit gegen das Ausland die Leistungen der Forscher der eigenen Nation gegenüber denen anderer hochhalten und nicht die der anderen auf Kosten der eignen verherrlichen.

Wenden wir uns nun zu Siemens technischen und wissenschaftlichen Leistungen.

Siemens ist einer der Schöpfer eines neuen Gebietes der Technik, er hat uns gelehrt die Elektrizität den Zwecken des Menschen dienstbar zu machen. Um den ganz wesentlich durch sein Eingreifen bedingten Aufschwung der Elektrotechnik zu verstehen, müssen wir ein Paar Augenblicke bei der Entwicklung der An-

wendungen der Elektrizität verweilen, deren Schnelligkeit für den Fernerstehenden etwas ganz überraschendes besitzt.

Die Technik im Grossen konnte erst dann einen Aufschwung nehmen, als es gelang, sich häufig gleichmässig wiederholende Arbeiten von Menschen oder Thieren durch Maschinen zu ersetzen, die selbst wieder von Motoren betrieben wurden, deren Anwendung aber nicht wie die der Mühlräder und Windmühlen an bestimmte Orte gebunden war. Dies ist bei den Dampfmaschinen und den elektrischen Motoren der Fall. Die ersten Dampfmaschinen von Papin stammen aus dem Ende des 17. Jahrhunderts, die erste wirklich, wenn auch nur für ganz begrenzte Zwecke verwendbare aus dem Jahre 1705 von Newcomen und Cowley, die ersten für den Betrieb im Grossen brauchbaren aus dem Ende des 18. Jahrhunderts; fast 100 Jahre hatte es also gedauert, bis die Dampfmaschinen so weit entwickelt waren. Ganz anders ist es bei elektrischen Maschinen; nur wenige Jahre nach der Aufstellung des Ohm'schen Gesetzes, nach der Entdeckung des Elektromagnetismus wurden die ersten Telegraphenlinien konstruiert, nicht viele Jahrzehnte verstrichen, ehe die ersten Dynamomaschinen ihre Energie in den Bogenlampen in Licht umsetzten.

Als die ersten Dampfmaschinen konstruiert wurden, hatte man eben gelernt die Temperaturen auf ein bestimmtes Maass zurückzuführen, Wärmemengen wurden erst viel später gemessen, auch die Vorstellungen über die Arbeit waren noch sehr verschwommen. Erst durch Watt wurde hierin Wandel geschaffen und viele Untersuchungen über die Wärme wurden zu dem Zwecke unternommen, sichere Unterlagen für eine Theorie der Dampfmaschinen zu gewinnen. Ich erinnere nur an die klassischen Arbeiten von Magnus und Regnault. Die Technik musste also erst selbst die theoretischen Grundlagen erobern oder von der Physik erobern lassen, auf denen sie ihre Konstruktionen begründete. Zugleich vertieften sich die Anschauungen über das Wesen der Arbeit und der Wärme; es bereitete sich die Erkenntnis von der Aequivalenz der einzelnen Arbeitsvorgänge vor, eine Einsicht, die in den Untersuchungen von Robert Mayer, Coldrige, Joule für spezielle Fälle ihren scharfen Ausdruck fand, bis sie in der Mitte unseres Jahrhunderts von Helmholtz für alle Naturerscheinungen in dem Prinzip von der Erhaltung der Energie zusammengefasst wurde. Zugleich wurde der

zweite Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie, der bald auch auf andern Gebieten eine weitgehende Anwendung finden sollte, aufgestellt. Mit den theoretischen Fortschritten gingen Hand in Hand die Fortschritte in der Konstruktion von Maschinen überhaupt, die Kenntnis der günstigsten Verbindungen der einzelnen Teile, die Sammlung von Erfahrungen über die Eigenschaften der Materialien, aus denen sie sich aufbauen. So sehen wir im Laufe von einundeinhalb Jahrhunderten in den Anwendungen der Wärme die rein theoretischen Betrachtungen und die Praxis neben einander fortschreiten und sich gegenseitig anregen; aber erst von 1850 an etwa ist es möglich eine einigermassen strenge Theorie für den Bau der Dampfmaschinen aufzustellen. Ein jeder der sich mit technischen Problemen beschäftigen wollte und noch will, musste auf dem Gebiet der Wärme seine Schule durchmachen und zunächst auf den hier gebahnten Wegen seine Kräfte prüfen. In der That hat auch W. Siemens sich viel mit Heissluftmaschinen beschäftigt und einen Differentialregulator zusammen mit seinem Bruder Wilhelm konstruiert.

Ganz anders lagen die Verhältnisse, als man anfing die Elektrizität nutzbar zu machen. Man fand dabei die Ergebnisse der Maschinenbaukunde schon fertig vor. Erst in neuester Zeit stellt die Elektrotechnik selbst dem Erbauer von Dampfmaschinen neue Probleme. Die allgemeinen mechanischen Prinzipien waren in Fleisch und Blut übergegangen. Aber auch die theoretischen Fragen waren wenigstens in ihren Grundzügen für die meisten Theile der Elektrizitätslehre in prinzipieller Hinsicht gelöst und die einzelnen Grössen gemessen, die den quantitativen Verlauf bedingen, wenigstens in solcher Annäherung wie es für die technische Verwertung erforderlich war.

Dadurch dass Siemens schon als Lieutenant sich in seinen Musestunden mit technischen Fragen beschäftigte und sich auch physikalisch wie mathematisch vorzüglich vorgebildet hatte, konnte er einer der Hauptbegründer der Elektrotechnik werden.

Sehen wir von dem ersten chemischen Telegraphen von Sömmering, dem elektromagnetischen Telegraphen von Gauss und Weber, dem Zeigertelegraphen von Wheatstone ab, so waren die Anwendungen der Elektrizität bis zum Jahr 1840, in das die ersten Arbeiten von Siemens fallen, kaum nennenswerth.

Die ersten Gebiete, in denen er die allgemeinen Gesetze

benutzte, waren die Galvanoplastik und die Telegraphie, eine Art elektrischer Kraftübertragung. Die anderen hauptsächlichsten Anwendungen der Elektrizität zur elektrischen Beleuchtung und zur Kraftübertragung im Grossen sind erst weit jüngeren Datums. Zunächst genügte das Gas und das Petroleum noch den nicht allzusehr durch Lichtfülle verwöhnten Menschen und andrerseits entsprachen die Dampfmaschinen und die Gasmotoren allen Forderungen.

Siemens allererste Arbeiten galten aber andern Problemen, nämlich der technischen Verwendung des elektrischen Stromes zur Vergoldung und Versilberung, über die einzelne wissenschaftliche Versuche schon vorlagen. Kurz vor Siemens Versuchen war es Jacobi im Grossen gelungen, Ueberzüge von Kupfer auf elektrischem Wege herzustellen. Während dieses letztere aber sehr leicht gelang, da das Kupfer sich aus Lösungen der verschiedensten Salze, vor allem des Kupfersulfates abscheiden lässt, stellten sich den analogen Prozessen mit den edlen Metallen grosse Schwierigkeiten entgegen; es handelte sich darum, passende Lösungsmittel für die Gold- und Silbersalze zu finden. Siemens hatte sich nun früher zusammen mit seinem Schwager Himly mit Daguerrotypie beschäftigt und erinnerte sich, das in unterschwefligsaurem Natron die Silber- und Goldsalze löslich waren. Versuche mit solchen Lösungen ergaben die befriedigensten Resultate. Er verkaufte die Erfindung zunächst in Deutschland an einen Juwelier. Sein Bruder Wilhelm trat dann in England mit der ersten galvanoplastischen Anstalt von Elkington, die noch in Birmingham besteht, in Beziehung, um an sie für England seine Erfindung abzutreten. Doch behauptete Elkington durch sein Patent gesichert zu sein. Das Patent des letzteren liess aber die Verwendung der Thermoströme ausser acht; Siemens zeigte, dass auch diese verwendbar seien und Elkington fand sich mit einer bedeutenden Summe ab. Schon bei der geschäftlichen Behandlung dieser ersten Entdeckung zeigt sich der zukünftige Industrielle. Während die Gelehrten damals in noch weit höherem Grade als jetzt ihre Entdeckungen und Erfindungen der allgemeinen Ausnutzung preisgaben, ohne irgend wie einen materiellen Nutzen aus denselben zu ziehen, hat sich Werner Siemens mit vollem Recht auch die Früchte seines Geistes und seines Fleisses gesichert. Ein wohl nur äusseres Motiv hierzu war die Notwendigkeit für seinen und seiner

Geschwister Unterhalt die nötigen Mittel zu gewinnen. Es sei aber gleich hier bemerkt, dass später Siemens sich relativ wenig Patente geben liess; dadurch dass er seine eignen Erfindungen in seinen eignen Werkstätten ausbeutete, war er stets seinen Konkurrenten bei weitem voraus und wahrte sich den Vorsprung durch tadellose Ausführung und fortwährende Verbesserungen.

An diese Entdeckung schlossen sich neben Arbeiten auf dem Gebiete der Telegraphie, solche über besondere Formen der Schiessbaumwolle, die aber nicht zu abschliessenden praktischen Resultaten führten. Die Auffindung der neuen Art Schiessbaumwolle hatte für Siemens selbst insofern eine grosse Bedeutung, als er es ihr verdankte, dass er in Berlin bleiben durfte, trotzdem er als Offizier einen liberalen, politischen Aufruf unterzeichnet hatte.

Die folgenden Jahre von der Mitte der vierziger an sind fast ausschliesslich der Telegraphie und damit zusammenhängenden Fragen gewidmet. Zunächst waren es Verbesserungen am Zeigertelegraphen, die einen sicheren Gang desselben bedingten, durch welche sich Siemens Ansehen erwarb. Er wurde darauf hin in eine Telegraphenkommission der Regierung berufen, die die Errichtung von Telegraphenlinien beraten und besorgen sollte. Drathleitungen in der Luft hatte man schon vielfach angewandt; sie isolirten aber bei feuchtem Wetter schlecht, ein grosser Teil des Stromes floss zur Erde ab. Siemens führte die jetzt allgemein benutzten Porzellanknöpfe ein, wodurch der Mangel beseitigt wurde. Mit der Zeit wurden ferner ursprünglich gut funktionierende Linien schlechter und schlechter. Siemens zeigt, dass man die einzelnen, der einander berührenden Dräthe verlöthen muss. Es sind dies zwei scheinbar untergeordnete Verbesserungen, aber für die Sicherheit des Betriebes von massgebender Bedeutung. — Die meisten bis dahin gelegten Linien waren oberirdische; die damaligen politisch erregten Zeiten, um das Jahr 1848, liessen es aber als höchst unsicher erscheinen, die Telegraphenlinien so leicht zugänglich zu machen und ohne weiteres Zerstörungen auszusetzen. Man beschloss daher, die Telegraphendräthe unterirdisch zu legen. Dem stellte sich aber die grosse Schwierigkeit einer genügenden Isolation entgegen. Man hatte versucht, die Dräthe in Glasröhren mit Harzen einzukitten, aber ohne befriedigenden Erfolg. Da kam ein glücklicher Zufall zu Hülfe. Wilhelm Siemens schickte aus London an

seinen Bruder Werner als Kuriosum eine Probe Guttapercha, die damals eben in den Handel gekommen war; Werner versuchte sie zum Umhüllen der Dräthe zu verwenden und sie bewährte sich vollkommen. Damit war das Problem der Isolation dem Prinzip nach gelöst. Siemens schlug dann gleich vor, man solle die Dräthe zum Schutze noch mit einem Blei- oder Eisenmantel umgeben. Aus falschen Sparsamkeitsrücksichten wurde dies aber von der Regierung unterlassen, und nach wenigen Jahren waren die Leitungen an vielen Stellen zerstört. Diese Anlagen waren aber nicht so leicht zu bewerkstelligen, wie es wohl den Anschein haben könnte; es galt, neben der Anlage selbst, bei der mannigfach Erfahrungen gesammelt werden mussten, auch Maschinen zum Ueberziehen der Dräthe zu konstruieren, die Aufnahme- und Empfangsvorrichtungen zu vervollkommnen u. s. w.

Bei der Legung der unterirdischen Kabel musste Siemens auch die Theorie der Bewegung des Stromes in denselben feststellen. Die dahin zielenden, theoretischen und experimentellen Arbeiten haben zuerst den Ruhm von Siemens als Physiker begründet. Ein unterirdisches Telegraphenkabel verhält sich wie eine in die Länge gezogene Leydener Flasche, leitet man einen elektrischen Strom in sie hinein, so fliesst derselbe nicht einfach hindurch, sondern ein grosser Theil der Elektrizitätsmenge dient dazu, die Wandungen des Kabels zu laden. Erst nachdem die Gesetze der Ladung erkannt waren, war es möglich, sicher durch solche Kabel zu telegraphieren, indem man die Apparate entsprechend modificierte und ergänzte.

Die Ausführung der Telegraphenanlagen hatte Halske übernommen, Siemens als Offizier konnte sich nicht direkt an einem Geschäft beteiligen.

Seine elektrischen Kenntnisse hat er aber auch speziell als Offizier bethätigt, er ging während des dänischen Krieges nach Kiel und war, wie erwähnt der erste, der unterseeische Minen anlegte.

Nach dem Kriege und nach der Ausführung und Fertigstellung einer Reihe weiterer Linien, trat an Siemens die Frage heran, ob er bei dem Militär bleiben, oder in den Civildienst übertreten oder sich selbstständig stellen wollte. Er entschied sich für das letztere. Der Garnisonsdienst bot ihm zu wenig Anregendes, die Erfahrungen, die er bei der Anlage der Telegraphenlinien mit den

Civilbehörden gemacht, hatten wenig Verlockendes. Die Einreden von Juristen, die sich einige Kenntnisse, aber doch keine gründliche technische physikalische Durchbildung erworben hatten, hatten ihn zu oft gestört; und so gründete er denn mit Halske zusammen ein Geschäft, das ohne Zuhülfenahme fremder Kapitalien unter seiner geistigen Leitung die Höhe erreichte, auf der er es hinterlassen.

Die Differenzen zwischen Siemens und dem damaligen Leiter des Telegraphenwesens veranlassten diesen die Firma Siemens und Halske nicht zu beschäftigen, ja er ging so weit, die von Siemens erfundenen Modelle zur Benutzung an andere Mechaniker zu überlassen.

Die glückliche Vollendung der ersten telegraphischen Leitungen zog aber umfassende Aufträge der russischen Regierung nach sich; so wurde die Linie von Petersburg nach der Krim und andere mehr gelegt, ferner ein submarines Kabel zwischen Petersburg und Kronstadt. Kabel, die Flüsse durchsetzten, waren schon früher gelegentlich der Verbindung von Verviers und Köln am Rhein mit grossem Erfolg von Siemens angewandt; jetzt wurde ein schon wesentlich längeres unterseeisches Kabel benutzt, wobei die Ergebnisse der Forschung über die Ladung von Kabeln auf das ausgiebigste verwendet wurden. Bald sollte dies in noch weit grösserem Masse der Fall sein. Es kommt für Siemens die Epoche der grossen Kabellegungen, zunächst im mittelländischen und rothen Meere und dann durch den atlantischen Ocean. Die ersten Unternehmungen gelangen nicht alle gleich, Kabel gingen verloren und es mögen dies auch für das Geschäft kritische Zeiten gewesen sein. Aber jeder Fehlschlag trug in sich den Keim neuer Erfolge, da Siemens es verstand, auch aus dem Misserfolg zu lernen, und die Erfahrungen sofort zu verwerten.

Einen Teil der Kabellegungen besorgte das Londoner Haus, welches Wilhelm Siemens, der spätere Sir William leitete, der stets im regsten Zusammenhange mit der Berliner Firma stand.

Wie sehr Siemens Sinn von Forschungen auf den Gebieten der Telegraphie erfüllt war und wie er auf sie gerade ein Hauptgewicht legte, geht aus seiner Biographie hervor, wo er ihrer Besprechung einen besonders grossen Raum gewährt; und in der That mit Recht, seine Linien reichen von London nach Amerika und

von London nach Indien, seine Apparate funktionieren auf allen Linien, seine Messmethoden werden überall benutzt.

Bei allen Telegraphenanlagen war es von höchster Wichtigkeit, ihren Widerstand genau zu bestimmen. Dies wurde für Siemens Veranlassung ein festes, sicher herzustellendes Maass für denselben aufzustellen. Siemens definiert als Einheit des Widerstandes denjenigen einer Quecksilbersäule von 1 m Länge und 1 qmm Querschnitt bei 0°. Diese Einheit wird nach ihm 1 Siemens genannt. Solche Quecksilbersäulen lassen sich zwar nicht leicht direkt herstellen, aber Länge und Querschnitt einer beliebigen Quecksilbersäule sind leicht zu messen und danach ihr Widerstand anzugeben. Wie praktisch diese Einheit war, geht daraus hervor, dass, wenn man die aus theoretischen Gründen neu eingeführte Einheit des Ohm definieren will, man sagt, sie sei = 1,063 Siemens.

Mit den ersten Arbeiten auf telegraphischem Gebiete hängen eng zusammen die Versuche Siemens, die Geschwindigkeit der Geschosse zu messen. Die Anordnungen und Messmethoden gehören zu dem Sinnreichsten, was auf diesen Gebieten erdacht ist. Wie bei so vielen Arbeiten unseres Gelehrten sind sie im Wesentlichen noch immer in Gebrauch.

Stets hatte W. Siemens sich mit dem Problem beschäftigt, elektrische Ströme mittelst Induktion im grossen zu erzeugen. Solche Induktionsströme entstehen bekanntlich in Leitern, die man an anderen stromdurchflossenen Leiter vorbeiführt, oder aber in Leitern, die man an Magneten vorbeibewegt, in letzterem Falle besonders stark, wenn diese Leitern um ein weiches Stück Eisen herumgewickelt sind. Der im Eisen entstehende und verschwindende Magnetismus ruft selbst in den Leitern Ströme hervor, die den durch ihre Annäherung und Entfernung erzeugten gleich gerichtet sind. Dies Prinzip der Stromerzeugung war schon früher von Stöhrer und Anderen, bei den sogenannten magnetelektrischen Maschinen benützt worden. Siemens hat zunächst diese Maschinen in hohem Grade vervollkommnet, indem er z. B. dem rotierenden Eisenstück eine besondere Gestalt gab. Der Anwendung in der Technik stellte sich aber die Schwierigkeit entgegen, hinlänglich grosse Magnete zu konstruieren; man ersetzte dieselben daher durch Elektromagnete, die durch eine besondere kleine magnetelektrische Maschine erregt wurden. Diese Anordnung war ein grosser Fortschritt, aber noch immer

sehr kompliciert, die gegenseitige Regelung von Erregung und Stromverbrauch liess sich u. a. schwierig erzielen. Da kam Siemens auf die glückliche Idee, die Maschinen sich selbst erregen zu lassen, er entdeckte das Prinzip der Selbsterregung, das er im Jahre 1867 am 17. Januar der Berliner Akademie vorlegte. Wenige Tage später berichtete Wheatstone über ähnliche Versuche. Das Prinzip der Selbsterregung besteht kurz in folgendem. Vor einem ersten Stücke weichen Eisens, das mit einem spiralförmigen Draht umwickelt ist, einem Elektromagnet, bewegt sich ein anderes ebenfalls mit Drath umwickeltes zweites Stück, der Anker. Die beiden Umwickelungen mögen mit einander verbunden sein. Jedes Stück weichen Eisens enthält Spuren von Magnetismus, nähert man daher das zweite Stück dem ersten, so wird dadurch in der Spirale desselben ein wenn auch zunächst nur schwacher Strom induciert, er umfliesst das erste Stück und verstärkt seinen Magnetismus. Kommt nun das zweite Stück von neuem an dem ersten vorbei, so wird in der Umwickelung ein stärkerer Strom hervorgerufen, der wieder den Magnetismus des ersten verstärkt u. s. f. Die Maschine erregt sich also selbst. Man nennt eine solche Maschine jetzt Dynamomaschine. Durch verschiedene Arten der Schaltung der Drahtwickelungen um Anker und Elektromagnet, durch Umwicklung mit verschieden dickem Drath, oder gleichzeitiger Umwicklung mit dickem und dünnem Drath konnte den verschiedensten Bedürfnissen der Praxis genügt werden und dem elektrischen Strom war die weiteste Anwendung gesichert. Von dieser Zeit an tritt die Elektrotechnik erst im weitesten Sinne des Wortes in den Vordergrund des technischen Lebens. Jetzt war es erst möglich, elektrische Kraftübertragungen im Grossen zu bewerkstelligen; d. h. den an einer Stelle erzeugten Strom, der durch Dräthe beliebig weit fortgeleitet wurde, an einer andern Stelle zu Arbeitsleistungen zu verwenden. Eine derartige Kraftübertragung haben wir bei den elektrischen Eisenbahnen. Die erste derselben konstruierte wieder Werner Siemems im Jahre 1879.

Durch die Konstruktion der Dynamomaschinen war es aber auch erst möglich, das elektrische Licht, das man in seinen beiden Formen, dem Bogen- und dem Glühlicht schon lange kannte, in weitesten Masse einzuführen. Siemens selbst hatte die elektrischen Bogenlampen wesentlich vervollkommnet, zur Konstruktion von Glühlichtlampen hatte er, wie er erzählte, viele Versuche

angestellt, freilich ohne rechten Erfolg, da er als leitendes Material Drähte von Metallen verwandte. Erst als Edison an Stelle des Metalls dünne Kohlenfäden setzte, war eine wirklich praktische Anwendung möglich. So entstand denn eine ganz neue Industrie, die hunderten von durchgebildeten Technikern und Gelehrten und vielen Tausenden von Arbeitern lohnenden Erwerb gab.

Neben den elektrischen Arbeiten und Konstruktionen, mit welchen der Namen Siemens untrennbar verknüpft ist, hat er aber auch zahlreiche andere Apparate erfunden und verbessert. Ich nenne einen Differentialregulator, die pneumatische Briefbeförderung in Berlin, Geschwindigkeitsmesser, Spiritusmesser und vieles andere.

Ausser mit technischen Fragen hat Siemens sich mit besonderer Vorliebe mit rein wissenschaftlichen Fragen beschäftigt, die zu gar keinen praktisch verwertbaren Resultaten führen konnten. Jede äussere Anregung rief in ihm längere Gedankenfolgen hervor. Ich möchte hier einiges wenige anführen. Ueber die Konstitution des Innern unserer Erde bestehen zwei diametral einander widersprechende Anschauungen, nach der ersten besitzt dieselbe einen feurig flüssigen Kern, auf den eine dünne feste Schale aufgelagert ist, nach der andern ist das Erdinnere im Wesentlichen fest. Sir W. Thomson hat die letztere Anschauung, besonders auf Grund von Beobachtungen von Fluth und Ebbe gegenüber der ersteren als die einzig annehmbare verteidigt. Siemens hat aber gezeigt, dass Umstände, wie die Plastizität des Erdinneren vorhanden sind, welche Sir W. Thomson's Schlussfolgerungen nicht ohne weiteres als streng richtig erscheinen lassen.

Spätere Arbeiten von Siemens gelten meteorologischen Fragen, vor allem dem Kreislauf der Atmosphäre.

Von besonders grosser Tragweite war der Nachweis von Siemens, dass Gase, die ohne chemische Einwirkung auf 1000—2000° erhitzt werden, keine Lichtstrahlen aussenden, also dunkel sind.

Ihm war es ein Bedürfniss, die Gründe der Vorgänge, die sich um ihn abspielten, zu erforschen. Dies zeigt sich auch in seinen Betrachtungen über die Entstehung der Fieber und die Ursachen der Immunität, in denen er Ergebnisse neuerer Forschungen vorwegnahm. Angeregt wurde er zu denselben auf einer Reise im Kaukasus, wo er selbst an der Malaria erkrankte.

Bei den meisten Menschen wirken die Interessen der Jugend noch im Alter bestimmend, so auch bei Siemens.

Die Hauptwandlung, die das Eintreten von Siemens in die Telegraphie hervorrief, war, wie er selbst sagt, dass er sie aus einer Uhrmacherkunst in eine Praecisionsmechanik verwandelte. Damit war von vornherein eine ganz andere Behandlung mit weiteren Gesichtspunkten gegeben, nicht mehr auf den treibenden Räderwerken lag der Hauptgewicht, sondern auf der Anordung der Gesammtanlage. Die Hebung der Präcisionsmechanik ist noch in den letzten Jahrzehnten seines Lebens für Siemens ein Hauptgegenstand des Interesses gewesen. Schon in den 70er Jahren suchte er eine Anstalt ins Leben zu rufen, die die Präcisionsmechanik weiter ausbilden sollte; wo an den Staat Wünsche in dieser Hinsicht gestellt wurden, fanden sie in Siemens einen warmen Befürworter. Als im Jahre 1884 Sir William Siemens starb, stiftete Werner Siemens aus seinem Antheil der Erbschaft eine sehr grosse Summe und schenkte ein Grundstück zur Gründung einer wissenschaftlichen Anstalt, der technischen Reichsanstalt, die den doppelten Zweck haben sollte, die wissenschaftlichen Grundlagen der Präcisionsmechanik im weitesten Sinne des Wortes zu fördern und zweitens rein wissenschaftliche Arbeiten auszuführen, die in den einzelnen Laboratorien wegen Mangels an Hilfsmitteln nicht wohl bewältigt werden konnten. Das Reich leistete bedeutende Zuschüsse und rief denjenigen an die Spitze des Institutes, der wie kein Anderer, zu ihrer Leitung befähigt war, H. von Helmholtz. Nach der ersten Richtung hat die Anstalt schon Bedeutendes geleistet; die Resultate sind der deutschen Industrie in hohem Grade zu statten gekommen. Ich erinnere nur an die Prüfung der Thermometer, der Stimmgabeln, die Feststellung der Normalwiderstände, u. a. m.

Ich bin am Schlusse; wohl wäre noch vieles zu erwähnen, indess hoffe ich, dass Sie aus der obigen Schilderung den Eindruck erhalten haben, der mir im Verkehr mit Siemens und bei den Studien seiner Schriften und seines Lebens immer von neuem entgegentrat: Er war ein bedeutender Gelehrter und ein ganzer und grosser Mensch.

A. Stock. Ueber die verschiedenfarbigen Lösungen des Jods.

In der Sitzung mitgetheilt von E. Beckmann.

Ueber die verschieden gefärbten Jodlösungen haben vor einiger Zeit H. Gautier und G. Charpy in einer Mitteilung „Ueber den Zustand des Jods in Lösungen“ [1]) die Ansicht ausgesprochen, dass die Verschiedenheit der Färbung ihren Grund in der verschiedenen Molekulargrösse des gelösten Jods habe. Braune Lösungen enthalten nach ihnen das Molekül J_4, violette das Molekül J_2, rote Lösungen zeigen einen dazwischen liegenden Wert. Als Beleg hierfür geben sie folgende Zahlen.

Lösungsmittel	Farbe	Molekül	
Aether	braun	507	$J_4 = 508$
Acetophenon	braun	484	
Benzol	rot	341	$J_3 = 381$
Schwefelkohlenstoff	violett	303	$J_2 = 254$.

Die Werte für Aether und Schwefelkohlenstoff sind von M. Loeb,[2]) übernommen, diejenigen für Acetophenon und Benzol von Gautier und Charpy ermittelt worden. Auch in p-Xylol und Aethylenbromid haben sie das Molekül des Jods bestimmt, doch bemerken sie nur, dass dasselbe dem in Benzol gefundenen nahestehe, ohne Zahlen zu geben.

Da nun Prof. Beckmann [3]) das Molekulargewicht des Jods in Aether sowohl, wie auch in Schwefelkohlenstoff nach seiner Siedemethode J_2 entsprechend gefunden hatte, unternahm ich auf seine Veranlassung eine Wiederholung der von Gautier und Charpy mitgeteilten Bestimmungen und fügte denselben neue in Chloroform und Naphtalin hinzu.

---

1) Compt. rend. T. 110. 189.

2) Zeitschrift für phys. Chemie 2. 606.

3) Zeitschrift für phys. Chemie 5, 78.

Die Resultate sind folgende: [1])

Lösungsmittel: Acetophenon (Gefriermethode). Farbe: braun.

Gew. d. Jods in 100 g. Lösungsm.	Erniedrigung des Gefrier-punkts	Konstante	Molekül.
3,71	0,415	60	536
4,71	0,935	60	306
7,25	1,891	60	230

Das Acetophenon des Handels [2]) zeigt sich selbst in seiner reinsten Form für eine Molekulargewichtsbestimmung des darin gelösten Jods wenig geeignet. Die ersten geringen Mengen zugefügten Jods gaben eine relativ sehr geringe Erniedrigung, was möglicherweise darauf zurückzuführen ist, dass das Jod mit einer vorhandenen Beimischung sich zusammenlagert. Unter diesen Umständen darf auch den bei höheren Konzentrationen erhaltenen Werten keine entscheidende Bedeutung beigemessen werden, zumal die Erstarrungspunkte sich weniger konstant als bei andern Lösungsmitteln ergaben.

Nach der mitgeteilten Tabelle scheinen die Molekularwerte mit erhöhter Konzentration abzunehmen. Um zu ermitteln, ob dies durch Bildung von Jodwasserstoff infolge einer substituierenden Wirkung des Jods veranlasst sei, wurde am Ende des Versuchs, nach Entfernung des freien Jods vermittels reinen Quecksilbers, auf Jodwasserstoff besonders geprüft. Die Menge desselben ergab sich aber so gering, dass die dadurch bewirkte Erniedrigung nur $0{,}01^{0}$ betragen haben konnte.

1) Bei den Konzentrationen und den Gefrierpunktserniedrigungen der folgenden Tabelle ist immer die vorhergehende Lösung als Ausgangspunkt genommen. Die Erstarrungspunkte waren nicht ganz konstant.

2) Acetophenon zeigte auch dann einen mit den Versuchsbedingungen recht veränderlichen Erstarrungspunkt, nachdem es durch Ausfrierenlassen und Wiederschmelzen der Krystalle möglichst gereinigt war. Herr Dr. Bannow von der Firma C. A. F. Kahlbaum in Berlin gewann das hier verwendete Präparat aus 8 Kilogr. Material durch fünfmalige Wiederholung dieser Operation.

Lösungsmittel: Benzol (Gefriermethode). Farbe: rot.

Gew. d. Jods in 100 g. Lösungsm.	Erniedrigung des Gefrierpunktes	Konstante	Molekül.
0,914	0,129	50	347
2,24	0,313	„	351
4,27	0,601	„	348

Die Werte stimmen mit denen von **Gautier** und **Charpy** überein und deuten auf Moleküle, deren Grösse zwischen J_2 und J_3 liegt.

Lösungsmittel: Benzol (Siedemethode). Farbe: rot, jedoch violetter als in der Kälte.

Gew. d. Jods in 100 g. Lösungsm.	Erhöhung d. Siedepunktes gefunden	corr.	Konstante	Molekül gefunden	corr.
1,804	0,139	0,180	26,7	347	268
3,11	0,231	0,317	„	360	262
5,08	0,405	0,574	„	335	237

Die Uebereinstimmung der gefundenen Werte zwischen Gefrier- und Siedemethode scheint auf den ersten Blick eine vollkommene zu sein; sie verschwindet aber nach Anbringung folgender Korrektur.

Da das Jod bei der Siedetemperatur des Benzols bereits einen merklichen Dampfdruck besitzt, welcher der Dampfspannungsverminderung des Lösungsmittels entgegen wirkt, so müssen die Erhöhungen des Siedepunkts zu gering und die Molekulargewichte zu gross gefunden werden. Um hierfür eine Korrektur anzubringen, kann man folgendermassen verfahren.

Eine Jodlösung von bekanntem Gehalt wird destilliert und das Destillat in mehreren Fraktionen aufgefangen. Aus der Konzentration dieser sowie dem Gewicht der Fraktionen, lässt sich die jeweilige Konzentration im Fraktionierkolben zu Anfang und zu Ende einer jeden Fraktion berechnen.

Aus folgender Zusammenstellung wird die Konzentrationsänderung des Destillats und damit auch die des Dampfes mit der Konzentration der siedenden Lösung ersichtlich. Die Konzentrationen sind immer in Gewichtsteilen Jod auf 100 Gewichtsteile Lösungsmittel angegeben.

Fraktion	I	II	III	IV	V	VI	VII
Konzentration der Fraktion = C_1	0,242	0,295	0,409	0,495	0,662	0,965	1,448
Anfangskonzentr. der sied. Lösung	1,14	1,3	1,54	1,83	2,19	2,82	3,62
Endkonzentration der sied. Lösungen	1,3	1,54	1,83	2,19	2.82	3,62	5,24
Mittel = C_2	1,22	1,42	1,68	2,01	2,51	3,22	4,43
$\frac{C_1}{C_2}$	0,20	0,21	0,24	0,25	0,26	0,30	0,33

Um für solche Werte von C_2, die nicht in der Tabelle enthalten sind, C_1 zu finden, kann man angenähert annehmen, dass das Verhältnis $\frac{C_1}{C_2}$ sich zwischen zwei der obigen Werte proportional mit C_2 ändert. Ist nun die Konzentration einer Fraktion gleich C, so enthielt der Dampf, durch dessen Kondensation sie entstand, ebenfalls Cg Jod auf 100 g Benzol, oder, weil das Molekulargewicht des dampfförmigen Jods gleich 254 ist, $\frac{C}{254}$ Moleküle Jod auf $\frac{100}{78}$ Moleküle Benzol. Da nun in Gasgemischen die Partialdrucke der Komponenten im Verhältnis der Anzahl der Moleküle in demselben Volum stehen, so erhält man, wenn p_1 den Druck des Joddampfes, p_2 den des Benzoldampfes bezeichnet, $\frac{p_1}{p_2} = \frac{78\ C}{254 \cdot 100}$.

Beim Siedepunkt des Benzols kann man, wegen der geringen Grösse von p_1, p_2 gleich 760 mm setzen; p_1 ist dann gleich $\frac{78 \cdot 760}{254 \cdot 100}$, C.

Einer Temperaturänderung von 5^0 entspricht bei der Siedetemperatur des Benzols eine Aenderung des Dampfdruckes von 123 mm,[1]) die Druckänderung p ist also von einer Temperaturänderung von $\frac{5 \cdot 78 \cdot 760}{123 \cdot 254 \cdot 100}\ C = 0{,}09487\ C$ begleitet. Um so

1) Landolt und Börnstein physik. chem. Tabellen.

viel wird also die Erhöhung des Siedepunktes zu gering ausfallen, und man erhält den korrigierten Wert, wenn man diese Grösse zu der beobachteten Erhöhung addiert. Bei Benutzung dieser Werte der Siedepunkterhöhung erhält man die korrigierten Molekulargewichte, die oben in der zweiten Spalte eingetragen sind.

Nach dieser Korrcktur werden die in siedendem Benzol erhaltenen Molekulargrössen bis zum normalen Wert von J_2 herabgedrückt und ergeben sich also erheblich niedriger als in Benzol bei Gefriertemperatur.

Lösungsmittel: Chloroform (Siedemethode) Farbe: violett.

Gewicht des Jods in 100 g Lösungsmittel	Erhöhung des Siedepunktes beobachtet	corr.	Konstante	Moleküle beobachtet	corr.
0,800	0,090	0,115	36,6	325	255
1,67	0,200	0,251	„	306	244
2,24	0,272	0,341	„	301	240
3,53	0,403	0,512	„	321	252
4,22	0,490	0,621	„	316	249
5,26	0,610	0,772	„	316	249

Tabelle zur Korrektur der Molekulargewichte in Chloroform nach der Siedemethode.

Fraktion	I	II	III	IV	V
Konzentration der Fraktion $= C_1$	0,203	0,283	0,370	0,506	0,722
Anfangskonzentr. der sied. Lösungen	0,918	1,07	1,29	1,75	2,43
Endkonzentration der sied. Lösungen	1,07	1,29	1,75	2,43	4,03
Mittel $= C_2$	0,99	1,18	1,52	2,09	3,23
C_1/C_2.	0,21	0,24	0,24	0,24	0,22

Auch hier muss an den gefundenen Werten dieselbe Korrektur wie bei siedendem Benzol angebracht werden. Es gelten hierfür dieselben Betrachtungen wie oben, man hat nur nöthig in der Formel für die Temperaturänderung anstatt des Molekulargewichts des Benzols = 78 das des Chloroforms = 120 und statt der Druckänderung von 123 mm bei 5° Temperaturänderung die von

134 mm[1]) einzusetzen. Die Temperaturänderung ergiebt sich zu 0,134 C, wobei C wie oben die Konzentration des Dampfes bedeutet.

Letztere Grösse ist hier sehr einfach zu finden, da, wie vorstehende Zusammenstellung zeigt, das Verhältnis $\frac{C_1}{C_2}$ konstant gleich 0,23 ist, für C_1 also 0,23 C_2 einzusetzen ist, wobei C_2 die Konzentration der siedenden Lösung bezeichnet. Der Wert der Temperaturänderung nimmt dann die Form $0{,}23 \cdot 0{,}134\ C_2 = 0{,}03082\ C_2$ an. Durch Addition dieser Grösse zu der beobachteten Siedepunktserhöhung und Benützung dieser Werte bei der Berechnung der Molekulargewichte erhält man wieder die in der zweiten Spalte aufgeführten korrigierten Werte. Die in siedendem Chloroform gefundenen Werte stimmen nach den Korrektur wieder auf J_2.

Lösungsmittel: Naphtalin (Gefriermethode) Farbe: braun-rot.

Gew. des Jods in 100 g Lösungsm.	Erniedrigung des Erstarrungspunktes	Konstante	Molekül
1,33	0,385	70	242
1,9	0,550	70	242
3,52	0,980	70	251

Ueber das Molekül des Jods in Naphtalin liegen Beobachtungen von Hertz[2]) vor, der es ebenfalls J_2 entsprechend gefunden hat.

Lösungsmittel: Aethylenbromid (Gefriermethode) Farbe: rot.

Gew. des Jods in 100 g Lösungsm.	Erniedrigung des Erstarrungspunktes	Konstante	Molekül
0,329	0,175	120	225
0,792	0,391	"	243
1,47	0,685	"	258
2,26	1,055	"	257

Lösungsmittel: p-Xylol (Gefriermethode) Farbe: rot.

Gew. des Jods in 100 g Lösungsm.	Erniedrigung des Erstarrungspunktes	Konstante	Molekül
1,17	0,199	43	253
2,21	0,372	43	255
4,345	0,718	43	260

1) Landolt und Börnstein, Physikal. chem. Tabellen.

2) Zeitschrift für physikal. Chemie 6, 358.

Die Konstante des p-Xylols wurde mittelst Phenylbenzoats bestimmt. Man sieht, dass die Molekulargrösse des Jods in Aethylenbromid und p-Xylol der Formel J_2 entspricht, während Gautier und Charpy eine Uebereinstimmung mit den grösseren Werten in Benzol beobachtet zu haben angeben.

Alle Lösungsmittel, die eine zuverlässige Bestimmung des Jodmoleküls gestatten, ergeben also mit Ausnahme des Benzols beim Gefrieren Werte, die auf das Molekül J_2 hinweisen. Das anomale Verhalten des Benzols ist um so auffallender als andere Kohlenwasserstoffe z. B. Naphtalin und p-Xylol normale Werte ergeben. Eine Ausscheidung von Jod beim Gefrieren, welche die Ursache dieser Erscheinung sein könnte, liess sich nicht konstatieren. Eine verschiedene Grösse des Jodmoleküls als Ursache der Verschiedenheit der Farbe anzunehmen ist nach obigen Zahlen nicht zulässig, da die intensiv braun gefärbte ätherische Lösung nach den Versuchen Beckmanns ebenfalls zu Werten J_2 führt. Gleichwohl aber muss der Grund in der molekularen Beschaffenheit der Lösung gesucht werden, da die meisten Lösungen beim Abkühlen sich mehr nach braun, beim Erwärmen mehr nach violett hin färben, Temperaturänderungen aber wohl nur eine Aenderung des molekularen Zustands bewirken.

Wie aber schon Beckmann hervor gehoben hat, wird durch die Versuche durchaus nicht die Entscheidung dahin getroffen, dass in den braunen wie violetten Lösungen das Jodmolekül frei vorhanden ist, im Gegentheil könnte der Unterschied der Färbung darauf zurückgeführt werden, dass nur in violetten Lösungen Jodmoleküle sich in demselben Zustand befinden wie im Joddampf, während in braunen Lösungen aber das Jod mit dem Lösungsmittel zu Molekularkomplexen zusammentritt, von denen jeder ein Molekül J_2 enthalten muss, im Uebrigen aber fast beliebig gross werden kann.

Die insbesondere von E. Wiedemann[1]) durch Abkühlen beobachteten Uebergänge von violett und rotgefärbten Jodlösungen in braungefärbte, wäre auf die Entstehung braungefärbter nur in der Kälte bestehenden additionellen Verbindungen zwischen Jod und dem Lösungsmittel zurückzuführen, wie solche E. Wiedemann[2]) bereits bei verschieden gefärbten Lösungen anderer Körper angenommen hat.

---

1) Wiedemanns Annalen. N. F. 41, 298.
2) Ladenburg's Handwörterb. der Chemie. Bd. VI, 593.

Es erscheint bemerkenswert, dass wo höhere Molekularwerte durch den Versuch gewonnen worden sind, nämlich bei Gefrierversuchen mit Benzol, es sich nicht um braune, sondern um rote Lösungen handelt. Ob hier normale Jodmoleküle direkt oder unter Beihülfe des Lösungsmittels zusammen getreten sind, kann natürlich durch den Versuch nicht entschieden werden; jedenfalls sind bei Siedetemperatur der Benzollösung nur Moleküle vorhanden, welche einfach molekulare Jodmengen enthalten.

Von der Voraussetzung ausgehend, dass in den braungefärbten Lösungen Moleküle J_4, in den violettgefärbten Moleküle J_2 vorhanden seien, haben Gautier und Charpy[1]) noch Versuche angestellt, um diese verschiedenen Moleküle nach ihrer verschiedenartigen chemischen Wirkung zu charakterisieren. Nach ihnen sollen braune Jodlösungen beim Schütteln mit Quecksilber sofort Quecksilberjodid bilden, während violette Lösungen sofort Quecksilberjodür entstehen lassen, auch wenn noch überschüssiges Jod vorhanden ist. Nun lässt sich aber leicht nachweisen, dass Quecksilberjodür durch violette Jodlösung in Chloroform alsbald in Quecksilberjodid übergeht; und es lässt sich auch nicht recht einsehen, warum das Molekül J_4 grössere Neigung zeigen sollte, Quecksilberjodid zu bilden, während das Molekül J_2 zu Quecksilberjodür führt.

Gautier und Charpy haben weiter auf den Unterschied hingewiesen, welche braune und violette Jodlösungen dem Bleiamalgam gegenüber zeigen. Bei Wiederholung der Versuche hat sich bestätigt, dass eine braune alkoholische Jodlösung beim Schütteln mit dem Amalgam verhältnissmässig schneller Jodblei liefert, als eine violette Jodchloroformlösung; worauf dies beruht, lässt sich noch nicht vollkommen übersehen, doch erscheint es ausgeschlossen, dass hier charakteristische Wirkungen der Moleküle J_4 und J_2 vorliegen.

1) Comptes rendus 111, 645.

Ueber eine neue Bildungsweise der untersalpetrigen Säure.

Von C. Paal.

Zu den am wenigsten bekannten Verbindungen aus der Reihe der Stickstoff-Sauerstoffsäuren gehört die untersalpetrige Säure. Trotz des grossen Interesses, das dieselbe seit der Feststellung ihrer Konstitution durch W. Zorn[1]) in Anspruch nehmen darf, — kann sie doch als „Diazonium:“ HO·N = N·OH, als die Stammsubstanz aller organischen Azo- und Diazoverbindungen aufgefasst werden —, ist die Kenntnis sowohl der Säure selbst, als auch ihrer Salze eine äusserst unvollständige geblieben.

Die Ursache dieser mangelhaften Kenntnis liegt zweifellos in der schwierigen Zugänglichkeit und Zersetzlichkeit der Säure und der meisten ihrer Salze.

Wie zuerst Divers[2]) nachgewiesen, entstehen Salze der untersalpetrigen Säure durch Reduktion der Nitrite und Nitrate in wässeriger Lösung mit Natriumamalgam. Die Isolierung gelingt durch Ueberführung in das charakteristische, gelbe Silbersalz. W. Zorn[3]), welchem man die relativ eingehendste Untersuchung der Säure verdankt, hat die Darstellungsmethode dadurch etwas verbessert, dass er an Stelle der Alkalinitrite Baryumnitrit anwandte.

In der Absicht, die untersalpetrige Säure auf ihr Verhalten gegen eine Reihe anorganischer und organischer Verbindungen zu prüfen, habe ich in Gemeinschaft mit Herrn F. Kretschmer die Darstellung der Säure nach Zorn's Angaben unternommen. Es

---

1) „Die untersalpetrige Säure etc.“, Habilitat.-Schrift, Heidelberg, 1879 Ber. chem. Ges. X, 1306, XI, 1630, XV, 1007.

2) Journ. chemic. Soc. Bd. 45, pag. 78.

3) Ber. chem. Ges. XI, 1630, 2217, XII, 1509.

ist uns aber weder bei Anwendung von Baryumnitrit, noch von Kalium- oder Natriumnitrit gelungen, die von Zorn angegebene Maximalausbeute an Silberhyponitrit zu erreichen. Im Besitze von einigen Gramm des Silbersalzes haben wir auf dasselbe Schwefelwasserstoff, Jodammonium und o-Toluylendiaminchlorhydrat teils in wässeriger, teils in alkoholischer Lösung einwirken lassen in der Erwartung, so zu Kondensationsprodukten der untersalpetrigen Säure zu gelangen. Es zeigte sich aber, dass die Säure nicht in der gewünschten Weise reagierte. Schwefelwasserstoff bewirkte den Zerfall des Salzes in Schwefelsilber, Stickoxydul und Wasser. Die Einwirkung von Jodammon und salzsaurem o-Toluylendiamin vollzog sich nach folgenden Gleichungen:

I. $Ag_2N_2O_2 + 2\ NH_4J = 2\ AgJ + N_2O + 2\ NH_3 + H_2O$,

II. $Ag_2N_2O_2 + C_6H_4(NH_2)_2 2HCl = 2\ AgCl + N_2O + C_6H_4(NH_2)_2 + H_2O$.

Es hat demnach keine Kondensation, sondern ein vollständiger Zerfall der untersalpetrigen Säure stattgefunden.

Die geringen Ausbeuten, welche bei der Reduktion der Nitrite erhalten wurden, liessen den Wunsch rege werden, eine andere, ergiebigere Darstellungsmethode der Säure ausfindig zu machen.

Vor längerer Zeit hatte V. Meyer[1]) nachgewiesen, dass sich bei der Einwirkung von salpetriger Säure auf Hydroxylamin Stickoxydul — das Anhydrid der untersalpetrigen Säure — in reichlicher Menge bildet. Dieser Vorgang wurde dann in jüngster Zeit auch von Montemartini[2]) in Bezug auf die Geschwindigkeit des Reaktionsverlaufes näher studiert.

Es schien immerhin denkbar, dass unter Einhaltung bestimmter Versuchsbedingungen sich bei der Einwirkung von salpetriger Säure auf Hydroxylamin untersalpetrige Säure würde isolieren lassen, da die Entwickelung von Stickoxydul als sekundärer Prozess anzusehen ist, welchem die Bildung der Säure vorangeht:

I. $NH_2OH + NOOH = H_2O + N_2(OH)_2$,

II. $N_2(OH)_2 = N_2O + H_2O$.

Dass die untersalpetrige Säure leicht in Stickoxydul und

1) Liebigs Ann. d. Chem. Bd. 175, pag. 141.

2) Gazz. chimica, XXII (2), 304.

Wasser zerfällt, ist durch die Untersuchungen von van der Plaats[1]) und Zorn (loc. cit.) nachgewiesen.

Da die Reaktion voraussichtlich am glattesten bei niedriger Temperatur und in von Nebenprodukten freier, wässeriger Lösung vor sich gehen würde, so liess ich Silbernitrit auf salzsaures Hydroxylamin in Wasser gelöst einwirken.

Nach der Gleichung:

$$NH_2OH \cdot HCl + AgONO = NH_2OH \cdot NOOH + AgCl$$

musste sich in der ersten Phase salpetrigsaures Hydroxylamin bilden, welches sich dann nach der weiter oben angegebenen Gleichung zu untersalpetriger Säure kondensieren konnte.

Die in Gemeinschaft mit Herrn F. Kretschmer angestellten Versuche wurden in der Weise ausgeführt, dass 10 gr salzsaures Hydroxylamin in 2—300 gr Eiswasser gelöst und in die von aussen mit Eis gekühlte Lösung etwas mehr als die berechnete Menge Silbernitrit eingetragen wurde.

Die Umsetzung geht rasch vor sich, wobei sich das Silbernitrit in weisses, grobflockiges Chlorsilber umwandelt. Nach einigem Stehen beginnt die Gasentwickelung (Stickoxydul). Es zeigte sich, dass die ursprüngliche Lösung in der That salpetrigsaures Hydroxylamin enthielt, denn die filtrierte Lösung gab mit Silbernitrat einen reichlichen Niederschlag von Silbernitrit, während auf Zusatz von Ammoniak starke Gasentwicklung und Abscheidung von metallischem Silber eintrat. Die Lösung zeigt also gleichzeitig die Reaktionen der salpetrigen Säure und des Hydroxylamins.

Nach längerem Stehen der ursprünglichen Lösung über dem Chlorsilberniederschlag, wobei fortwährend Stickoxydul entweicht, verschwindet allmählich die Reaktion auf salpetrige Säure, und wenn man nun filtriert, etwas Silbernitrat zusetzt und mit stark verdünntem Ammon neutralisiert, so scheidet sich der charakteristische, gelbflockige Niederschlag von untersalpetrigsaurem Silber ab. Derselbe wurde durch Lösen in verdünnter Salpetersäure und Wiederausfällen mit Ammon gereinigt. Er zeigte die von Zorn (loc. cit.) angegebenen Eigenschaften.

---

1) Ber. chem. Ges. X, 1507.



Aus ammoniakalischer Lösung gelang es, das Salz zum Teil in kleinen gelben Krystallkörnchen zu erhalten.

Leider ist die Ausbeute eine sehr geringe, so dass auch diese neue Bildungsweise der untersalpetrigen Säure nur theoretisches Interesse beanspruchen darf.

Schliesslich sei erwähnt, dass wir auch die Einwirkung der salpetrigen Säure auf Aether des Hydroxylamins und zwar auf das am leichtesten zugängliche Benzylhydroxylamin in den Kreis der Untersuchung gezogen haben. Bis jetzt konnte nur das Endprodukt der Reaktion — Benzylalkohol — isoliert werden.

Zur Vererbung der Tuberkulose.

Von Dr. E. Westermayer.

Nach einer kurzen Besprechung der über die Vererbung der Tuberkulose aufgestellten Theorien *) berichtet der Vortragende über experimentelle Untersuchungen über die Frage, ob bei mit Tuberkulose behafteten Menschen überhaupt eine Ausscheidung, bezw. Ablagerung von Tuberkelbacillen in den Geschlechtsdrüsen stattfindet.

Die Untersuchungen wurden während des Wintersemesters 1892/93 von Herrn Dr. E. Westermayer auf Anregung und unter Leitung des Vortragenden im pathologisch-anatomischen Institute zu Erlangen ausgeführt.

Dieselben wurden in der Weise vorgenommen, dass tuberkulösen Leichen möglichst bald p. m. ein Hode bezw. ein Ovarium unter antiseptischen Cautelen entnommen und dann die mit sterilisirter Scheere zerkleinerte Drüsensubstanz Kaninchen in die Bauchhöhle eingeführt wurde. Es wurde stets das Parenchym eines ganzen Hoden mit Ausnahme eines kleinen zur mikroskopischen Untersuchung zurückgelassenen Restes in der Form von 50–60 kleinen Stückchen, oder in der Form eines durch Zerreibung der Drüsensubstanz hergestellten Breies dem Versuchstiere einverleibt. Der Rest des Hoden, bezw. Ovariums wurde

*) Bezüglich der Literatur sei auf die ausführliche Arbeit Westermayer's „Beitrag zur Vererbung der Tuberkulose, Inaugural-Dissertation, Erlangen 1893“ verwiesen.



nach Alkoholhärtung mikroskopisch auf die Anwesenheit von Tuberkelbacillen geprüft.

Die so angestellten Untersuchungen erstrecken sich auf 17 Leichen und zwar auf 3 weibliche und 14 männliche Individuen. Erstere hatten ein Alter von 19—35 Jahren, von den Männern war einer 18 Jahre alt, 6 zählten zwischen 20 und 30 Jahre, 4 zwischen 31 und 40, 2 zwischen 50 und 53, einer 61 Jahre. Sämmtliche Fälle betreffen schwere Formen von Lungentuberkulose, welche auch die Todesursache bildete. Meistens handelte es sich um chronische Tuberkulose mit acuten lokalen Nachschüben in der Form ausgebreiteter Tuberkeleruptionen und käsigen Pneumonien; in 14 Fällen war Cavernenbildung vorhanden, in 11 gleichzeitig tuberkulöse Erkrankung des Kehlkopfes und bei 12 Fällen fand sich auch ein tuberkulöser Geschwürsprozess im Darm; in 5 Fällen endlich waren auch andere Organe (Leber, Milz und Nieren, einmal ein Kniegelenk und einmal der l. Nebenhode) mit tuberkulösen Veränderungen behaftet.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der Geschlechtsdrüsen dieses Materials konnten in keinem Falle Tuberkelbacillen oder irgend welche histologische Veränderungen tuberkulöser Natur nachgewiesen werden*).

Ebenso ergab die Einführung von Hoden- bezw. Ovarialsubstanz in die Bauchhöhle von Kaninchen in sämmtlichen Versuchen ein negatives Resultat.

Bei den 6—8 Wochen nach der Operation getöteten Versuchstieren fanden sich die eingeführten Gewebspartikelchen zu einem geschwulstförmigen, erbsen- bis haselnussgrossen Körper zusammengeballt, welcher von einer lockeren Bindegewebskapsel umgeben und durch zartes, gefässreiches Bindegewebe in der Regel mit dem Processus vermiformis verwachsen war. Die so eingeheilte Drüsensubstanz war weich, etwas trocken und von hellbräunlicher Färbung. Durch vergleichende Messungen und Wägungen liess sich feststellen, dass das eingeheilte Drüsenparenchym stets etwa auf $^1/_3$ seines ursprünglichen Gewichtes und Volumens reducirt war; da nun ein

---

*) In dem Falle mit tuberkulöser Erkrankung des l. Nebenhoden kommt selbstverständlich nur der r. Hode für die Untersuchung in Betracht.



seiner Tunica propria beraubter Hode 4,5—6 gr wiegt und durchschnittlich 3,68 gr eingeführt worden waren, so entspricht die zur Resorption gelangte Menge (zwischen 2 und 3 gr) beiläufig der Hälfte des Parenchyms eines ganzen Hoden.

In keinem Falle konnten, weder in der nächsten Umgebung des eingeheilten Gewebsstückchens, noch auch sonst wo in der Bauchhöhle oder in den verschiedenen Organen und Lymphdrüsen irgend welche tuberkulöse Erkrankungsherde, weder makroskopisch noch mikroskopisch, beobachtet werden. Ebensowenig liessen sich in den eingeheilten Parenchymstückchen selbst bei der mikroskopischen Untersuchung jemals Tuberkelbacillen nachweisen. Dieselben zeigten das Bild einfacher Gewebsnekrose mit mässiger Leukocyten-Einwanderung namentlich in den peripheren Zonen.

Zur Kontrole wurde auch von einem an acuter allgemeiner Miliartuberkulose verstorbenen Manne ein Teil des Hodenparenchyms in der angegebenen Weise einem Kaninchen in die Bauchhöhle eingeführt. Obwohl nun bei der mikroskopischen Untersuchung des Hoden in 56 Schnitten nur 4 Bacillen gefunden werden konnten, so hatte sich doch bei dem Versuchstiere nach 8 Wochen ein grosser tuberkulöser Abscess in der Bauchhöhle entwickelt, welcher sehr zahlreiche Tuberkelbacillen enthielt.

Da nun, wie Wyssokowicz gezeigt hat, schon die Einführung von 40—50 Tuberkelbacillen in die Bauchhöhle eines Kaninchens genügt, um Tuberkulose beim Versuchstiere zu erzeugen, so berechtigt das Resultat der vorliegenden experimentellen Untersuchungen zu dem Schlusse, dass bei mit chronischer Lungentuberkulose behafteten Menschen, selbst bei weit vorgeschrittener Erkrankung und ausgedehnter Verbreitung des tuberkulösen Prozesses, doch in den Geschlechtsdrüsen in der Regel gar keine oder doch gewiss nur verschwindend geringe Mengen von Tuberkelbacillen abgelagert werden bezw. zur Ausscheidung gelangen.

Bedenkt man nun vollends, dass bei einer Samenejaculation durchschnittlich gegen 50000000 Spermatozoen ausgeworfen werden und dass bei der Befruchtung nur 1 Spermatozoon in das Ei eindringt, so erscheint es bei dieser Sachlage, so gut wie ausge-

schlossen, dass, wenigstens von Seiten des Vaters, eine germinative Uebertragung der Tuberkulose auf die Nachkommen erfolgen könne; und zwar um so mehr, als doch die Fortpflanzung in eine frühere Krankheitsperiode zu fallen pflegt, in welcher der Erkrankungsherd noch localisiert und daher eine Verschleppung der Tuberkelbacillen in die Geschlechtsdrüsen noch weit unwahrscheinlicher ist, als in den späteren Stadien der Kranheit, wo der tuberkulöse Prozess an Ausbreitung und Intensität zugenommen hat.

Ueber Infusionen von C. Paal'schem salzsauren Glutinpepton in die Blutbahn.

Von Fritz Heubach.

Die Frage nach der Resorption der Eiweisskörper, welche vor einigen Jahren noch der Gegenstand lebhafter Controversen gewesen ist, dürfte vor allem durch die schönen Untersuchungen Neumeister's definitiv dahin entschieden sein, dass die Eiweisskörper vor ihrer Resorption zum allergrössten Teil erst in Peptone umgewandelt werden, dass daneben aber noch gewisse Eiweissarten unverändert die Darmwand passieren können. Derselbe Forscher hat auch nachgewiesen, dass die Peptone auf ihrem Wege durch die Darmwand durch irgendwelche entweder unerklärliche oder bisher nur unerklärte vitale Vorgänge, die sich entweder in den Epithelien oder in den Leukocyten der Darmwand abspielen, wieder in Eiweiss regeneriert werden. Diesem Ergebnis entspricht auch der mit Hülfe neuerer Untersuchungsmethoden erbrachte Nachweis, dass die früher geltende Ansicht, es seien während der Eiweissverdauung Peptone in der Blutbahn vorhanden, jeder analytischen Begründung entbehrt.

Die Erweiterung unserer Kenntnis von der Eiweissresorption ist vor allem auf zwei Wegen herbeigeführt worden. Einmal hat man reine Peptone an Hunde verfüttert und dabei gefunden, dass sie vollkommen äquivalente Mengen von Eiweisskörpern zu ersetzen vermögen, und dann hat man das Verhalten der Eiweisskörper resp. Peptone bei ihrer direkten Einführung in die Säftemasse geprüft.

Neumeister hat durch verschiedene Tierversuche gezeigt[1]), „dass bei direkter Einführung der Eiweisskörper in die Blutbahn diejenigen assimiliert werden, welche, auf normalem Wege in die Säftemasse gelangend, denselben auch beschreiten können, ohne dass sie den digestiven Processen erliegen, dass sich dagegen die Säftemasse derjenigen Eiweisssubstanzen als Fremdkörper entledigt, welche diesen Weg ohne Umsetzungen nicht zurücklegen

1) Neumeister, Zur Physiologie der Eiweissresorption. Habilitationsschrift. Jena 1890, p. 9.

können." Er verwandte zu diesen Versuchen Syntonin und Albuminat aus Eiereiweiss, Syntonin aus Rindsmuskeln, krystallinisches Phytovitellin aus Kürbissamen, sowie reines Serumalbumin, nach deren Injektion er niemals das Auftreten von Eiweiss im Harn beobachtete. Damit widerlegte er zugleich die Annahme[1]), „dass alle fremden nicht zur normalen Zusammensetzung des Plasma gehörigen Eiweisskörper, welche man in das Blut gelangen lässt, im Harn wieder erscheinen." Zugleich konnte Neumeister auch die von Hofmeister[2]) zuerst angegebene „Thatsache bestätigen, dass auch die aus der Magenverdauung hervorgegangenen Peptone sich den nicht direkt assimilierbaren Eiweisskörpern anschliessen, also durch die Nieren entfernt werden, wenn man sie künstlich der Säftemasse einverleibt." Er prüfte inbezug hierauf sowohl die durch Einwirkung des Magensaftes, als auch die durch Einwirkung der Pankreasfermente entstehenden Peptone und ausserdem die Albumosen, welche sich „trotz ihres chemischen Verhaltens physiologisch den Peptonen gegenüber gleich verhielten und unter allen Umständen schnell zur Ausscheidung gelangten."

Die Untersuchungen Neumeisters beziehen sich, soweit sie überhaupt auf Peptone eingehen, auf die wichtigsten Eiweisspeptone. Leimpeptone sind bisher in der gleichen Richtung noch nicht geprüft worden. Die Resorption des Leimes, der ja ein sehr wichtiges Ersatzmittel des Eiweisses bei der Ernährung darstellt, geht nach der allgemein gültigen Ansicht so vor sich, dass er ebenfalls zuvor durch die Verdauungssäfte in Pepton umgewandelt wird. Der Grund davon, dass die Frage nach dem Ersatz des Leimes durch Leimpeptone noch ihrer Erledigung harrte, ist wohl darin zu suchen, dass bisher ein reines chemisches Präparat von Glutinpepton nicht vorhanden war. Nachdem es aber C. Paal gelungen war, aus Gelatine durch Digerieren mit verdünnter Salzsäure ein Leimpepton von einer bis dahin unbekannten Reinheit zu gewinnen, lag es nahe, dieses neue Präparat auf seinen Nährwert und seine sonstigen physiologischen Wirkungen näher zu prüfen.

Im Sommersemester 1892 wurde auf Veranlassung des Herrn Professor Dr. J. Rosenthal und des Herrn Dr. O. Schulz im physiologischen Laboratorium zu Erlangen ein Fütterungsversuch

1) Bunge, Lehrbuch der physiologischen Chemie 1889, p. 311.
2) Zeitschrift für physiologische Chemie V. p. 134.

mit Paal'schem Glutinpepton durchgeführt, welcher zeigen sollte, wie weit bei einem Hunde das Fleischfutter durch dieses Pepton ersetzt werden könne. Nach privaten Mitteilungen des damit beschäftigten Herrn Dr. med. Ganz[1]) ist es vollkommen gelungen, etwa die Hälfte des Fleischeiweisses durch die äquivalente Menge von Glutinpepton zu ersetzen, sodass das Versuchstier während der ganzen Fütterungsperiode im Stickstoffgleichgewicht blieb.

Im Anschluss an diese Untersuchung versuchte ich die Frage nach dem Verhalten des Paal'schen Glutinpeptons bei der direkten Infusion in die Blutbahn zu entscheiden. Die im Verlauf der Arbeit auszuführenden Tierversuche sollten an kräftigen Kaninchen und an kleineren Hunden vorgenommen werden.

Herr Professor Dr. C. Paal hierselbst hatte die Güte, uns das von ihm dargestellte salzsaure Glutinpepton für diese Untersuchungen in grösseren Mengen zur Verfügung zu stellen, wofür ihm auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank auszusprechen mir eine angenehme Pflicht ist.

Das salzsaure Glutinpepton Paal[2]) wird dargestellt durch Erhitzen von reiner Handelsgelatine mit der doppelten Gewichtsmenge 8$^0/_0$ Salzsäure. Es ist in absolutem Alkohol vollkommen löslich, und diese Eigenschaft wird zu seiner Abtrennung von den der Handelsgelatine stets anhaftenden anorganischen Salzen und sonstigen Verunreinigungen benutzt. Das von mir verwendete Präparat stammte aus der Fabrik von Kalle & Co., Chemische Fabrik in Biebrich a./Rh., wo es nach der Vorschrift Paal's in grösseren Quantitäten hergestellt wird.

Das salzsaure Glutinpepton stellt bezüglich seiner Zusammensetzung und seiner Eigenschaften ein sehr constantes Präparat dar, bei welchem nur der HCl-Gehalt je nach der Herstellungsweise schwankt. Ich versuchte durch direkte Titration mit $^1/_{10}$ Normalnatronlauge die Salzsäure in meinem Präparat zu bestimmen und erhielt aus mehreren Versuchen folgendes Durchschnittsresultat:

Menge der zur Titration benutzten Peptonlösung: 20 ccm einer 5$^0/_0$ alkoholischen Lösung. Diese wurden mit Wasser ver-

---

1) Inaug.-Diss. Erlangen 1893.

2) C. Paal, Ueber die Peptonsalze des Glutins. Berichte der deutsch. chem. Gesellschaft 1892, p. 1202.

dünnt, damit die gelbliche Färbung der Peptonlösung nicht zu sehr die Farbe der als Indicator benutzten Lackmustinctur störte.

Zur Neutralisation waren erforderlich 24 ccm $^{1}/_{10}$ Normal-NaOH.

24 ccm $^{1}/_{10}$ Normal-NaOH entsprechen $\frac{36{,}5 \cdot 24}{10 \cdot 1000} = 0{,}0876$ g HCl.

Es sind also nach der Titration in 1 g salzsaurem Glutinpepton 0,0876 g HCl enthalten. Dieser Wert ist aber viel kleiner als der durch gewichtsanalytische Bestimmung des Chlors gefundene Wert. Der Grund hiervon liegt darin, dass, wie Paal selbst hervorgehoben hat, die Säure so fest an das Pepton gebunden ist, dass sie durch blosses Neutralisieren sich überhaupt nicht vollständig dem Pepton entziehen lässt. Folgender Versuch von Paal zeigt dies aufs Deutlichste: 3 g Peptonsalz mit 10,38 % Salzsäure wurden in Wasser gelöst, die Lösung mit Lackmus rot gefärbt und nun mit $^{1}/_{10}$ Normalnatronlauge bis zur beginnenden alkalischen Reaction titriert. Es wurden 21,5 ccm Lauge, entsprechend 0,08047 g Salzsäure, verbraucht, während der anderweitig festgestellte Säuregehalt des Salzes 0,3114 betrug. Es war also nur etwas mehr als der vierte Teil der Säure durch Alkali gebunden worden[1]. Das für meine spätern Untersuchungen verwendete Präparat enthielt nach der gewichtsanalytischen Chlorbestimmung 12,3 % HCl.

Den Stickstoffgehalt seiner Peptone hat Paal durch Elementaranalyse bestimmt. Für das salzsaure Pepton gibt er an einer Stelle 15,85 % Stickstoffgehalt an, der sich bei der Umrechnung auf freies Pepton in diesem Falle auf 17,85 % stellt. In einem andern Falle beträgt der N-gehalt eines freien Peptons, bei dem die Salzsäure nach seiner Methode durch Silbersulfat völlig entfernt war, 17,80 %.

Ich habe durchgehends bei den Stickstoffbestimmungen, die ich nach der Methode von Kjeldahl-Argutinsky[2] ausführte, kleinere Werte erhalten. Zwei derartige Analysen lasse ich hier folgen:

I. Menge des salzsauren Glutinpeptons 1,353 g.

Die in der Vorlage befindlichen 50 ccm Normalschwefelsäure,

---

1) Paal Loc. cit., p. 1227.

2) Argutinsky: Arch. f. d. ges. Physiologie Bd. 46. p. 581.

in welche das gebildete Ammoniak hinein destillierte, wurden jedesmal mit Wasser auf 500 ccm aufgefüllt, und davon wurden 25 ccm zur Titration verwendet.

Endtiter 18,6 ccm $^1/_{10}$ Normal-NaOH, mithin

Titerdifferenz für 25 ccm Destillat $= 6{,}4$ ccm $^1/_{10}$ Normal-NaOH
„ „ 500 „ „ $= 6{,}4 . 20$ „ „ „ „

Nun entsprechen 6,4.20 ccm $^1/_{10}$ NaOH $\frac{6{,}4 . 20 . 14}{10 . 1000}$ g N $= 0{,}1792$ g N.

Es ist also gefunden

für 1,335 g HCl-Pepton 0,1792 g N, d. h.
„ 1,0 „ „ 0,1371 „ „ .

Wird hieraus der Stickstoffgehalt des freien Peptons berechnet, so findet man — den Säuregehalt des HCl-Salzes zu 12,3 % angenommen — für das säurefreie Präparat 15,63 % N.

II. 1,338 g Peptonsalz.

Es wurden 50 ccm des auf 500 ccm aufgefüllten Destillats titriert.

Endtiter 38,7 ccm $^1/_{10}$ Normal-NaOH,
also Titerdifferenz 11,3 „ „ „ und
Titerdifferenz für 500 ccm Destillat $= 10 . 11{,}3$ ccm $^1/_{10}$ NaOH;

dies entspricht $\frac{14 . 10 . 11{,}3}{10 . 1000} = 0{,}1582$ g N.

Es ist also gefunden

für 1,338 g HCl-Pepton 0,1582 g N
„ 1,0 „ „ 0,1182 „ „ und hieraus
„ 1,0 „ freies Pepton 13,47 % N.

Das Paal'sche Pepton hat ausserdem noch einige bemerkenswerte Eigenschaften, welche es von anderen Peptonen unterscheiden. Es ist ein äusserst stark hygroscopisches, aus kleinen Lamellen bestehendes Pulver von nahezu weisser Farbe, das an der Luft nach kurzer Zeit zu einer klebrigen, gummiähnlichen Masse zerfliesst. Von grösstem Interesse ist der Umstand, dass es sich in wasserfreiem Methyl- und Aethylalkohol in jedem Verhältnis und mit Leichtigkeit, ebenso wie in Wasser löst. Die 5 % alkoholische Lösung stellt eine hell gelblich-braune, klare Flüssigkeit dar, aus der sich erst bei längerem Stehen ein geringer flockiger Niederschlag ausscheidet. Beim Neutralisieren dieser stark sauren alkoholischen Lösung mittelst Natronlauge fällt das Pepton teilweise als braune syrupöse Masse aus. Die 5 % wässerige Lösung ist hell gelblich-braun und bleibt bei längerem Stehen

völlig klar; doch siedeln sich nach einiger Zeit ziemlich ausgedehnte Schimmelpilzkulturen darauf an.

Wie Paal angiebt, „wird die wässerige Lösung weder durch Sublimat, noch Ferrocyankalium und Essigsäure, noch von Salpetersäure oder Kochsalz, wohl aber durch Ammonuslfat, wenn auch nicht vollständig, gefällt. Ebenso wie letzteres verhält sich auch Phosphorwolframsäure. Das Salz zeigt ferner die für die Peptone charakteristische Biuretreaction sehr intensiv, dagegen nicht die Adamkiewicz'sche und Millon'sche Reaction."

Bezüglich der hier erwähnten Fällung durch Ammonsulfat, deren Fehlen nach Kühne's Ansicht für die Peptone gerade charakteristisch ist, bemerke ich, dass Paal an einer spätern Stelle seiner Arbeit angiebt, dass diese Eigenschaft nur den säureärmeren Salzen zukomme. Dagegen werden die in Aethylalkohol löslichen, sehr säurereichen Salze, zu denen auch das von Kalle & Co. hergestellte gehört, mit einem Säuregehalt von 12—13 % nicht mehr durch Ammonsulfat aus ihren wässerigen Lösungen gefällt, „dürften also sämtlich als Salze der eigentlichen Peptone nach der Definition Kühne's angesehen werden."

Um ein klares Bild von den Eigenschaften des salzsauren Glutinpeptons zu gewinnen, zog ich zum Vergleich einige Handelspeptone heran, nämlich 1) das Peptonum siccum alcohole praecipitatum Grübler. Es ist ein gelblich weisses Pulver, das sich in Wasser nur langsam löst. Die 5 % wässerige Lösung stellt eine grüngelbliche, trübe Flüssigkeit dar, aus der nach längerem Stehen ein flockiger Niederschlag ausfällt. Die von mir benutzte Lösung wurde filtriert. 2) Das Peptonum siccum e carne Merk; löst sich nur langsam in Wasser. Die 5 % wässerige Lösung ist dunkelbraun, nicht völlig klar. Die benutzte Lösung wurde ebenfalls filtriert.

Diese beiden Peptone sind zu geringem Teil in Alkohol löslich. Es wurde je 1 g des Grübler'schen und des Merk'schen Peptons mit 20 ccm Alkohol (ca. 95 %) übergossen. Dabei blieb das Pepton zum grössten Teil als eine schmierige, braune Masse am Boden des Becherglases haften und löste sich auch nicht beim Erwärmen. Die alkoholische Flüssigkeit wurde abfiltriert, eingedampft und der Rückstand in 10 ccm Wasser gelöst. Diese Lösung zeigt deutliche Biuretreaction und auch sehr deutliche Adamkiewicz'sche Reaction. Mit den 5 % Lösungen dieser

drei Peptone stellte ich nun eine Reihe von vergleichenden Reactionen an, deren Resultat in der nachfolgenden Tabelle verzeichnet ist.

Art der Reaction	Art und Concentration der Lösung		Salzsaures Glutinpepton Paal	Peptonum siccum alcohole praecipit. Grübler	Peptonum siccum e carne Merk
I. Natronlauge + Kupfersulfat (Biuretreaction)	1/2 % wässerige Lösung		Deutliche Rosafärbung	Deutliche Rosafärbung	Deutliche Rosafärbung
II. Millons Reagens	1/2 % wässr. Lösung	Kälte	Keine Trübung Keine Rotfärbung	Trübung, Rotfärbung	Trübung, Rotfärbung
		Erwärmen	Keine Trübung. Nach dem Erkalten geringer weisser Niederschlag, der beim Erwärmen wieder verschwindet	Zusammenballen des Niederschlages	Zusammenballen des Niederschlages
III. Eisessig + conc. Schwefelsäure (Adamkiewicz'sche Reaction)	5 % wässerige Lösung		Kein violetter Ring, geringe Rosafärbung	Deutlicher violetter Ring	Die vorhandene Reaction wird verdeckt durch starke Braunfärbung
IV. Sublimat	5 % wässerige Lösung		Sehr geringe weissliche Trübung, die beim Erhitzen wieder verschwindet	Dicker weisser Niederschlag	Dicker weisser Niederschlag
	5 % alkoholische Lösung		Keine Trübung, auch nicht nach längerm Stehen		
	5 % neutralisierte wässerige Lösung		Geringer Niederschlag, der sich beim Erhitzen wieder löst		
V. Gerbsäure 2 %	1/2 % wässerige Lösung		Kein Niederschlag	Dicker weisser Niederschlag, der sich bei Zusatz von HCl nicht völlig auflöst	Dicker weisser Niederschlag, der sich auf Zusatz von HCl nicht völlig auflöst
	1/2 % neutralisierte wässerige Lösung		Starker weisser Niederschlag, der sich bei Zusatz von HCl wieder völlig auflöst		
VI. Argentum nitricum	5 % wässerige Lösung		Starker weisser Niederschlag, der sich bei Zusatz von HNO_3 nicht auflöst (Silberchlorid)	Geringe Trübung, die sich durch HNO_3 wieder löst	Sehr geringe Trübung, durch HNO_3 fast völlig wieder gelöst
VII. Phosphorwolframsäure + Salzsäure	1/2 % wässerige Lösung		Dicker weisser Niederschlag, durch Erhitzen aufgelöst	Dicker weisser Niederschlag, durch Erhitzen aufgelöst	Dicker weisser Niederschlag, durch Erhitzen aufgelöst
VIII. Phosphormolybdänsäure	1/2 % wässerige Lösung		Dicker gelblich-weisser Niederschlag, durch Erhitzen aufgelöst	Dicker gelblich-weisser Niederschlag, durch Erhitzen aufgelöst	Dicker gelblich weisser Niederschlag, beim Erhitzen aufgelöst
IX. Kochen mit Salpetersäure (Xanthoproteinsäurereaction)	1/2 % wässerige Lösung		Keine Gelbfärbung	Deutliche Gelbfärbung	Deutliche Gelbfärbung
	1/2 % neutralisierte wässerige Lösung		Sehr geringe Gelbfärbung	Starke Gelbfärbung	Starke Gelbfärbung

Charakteristisch für das Paal'sche salzsaure Glutinpepton ist also

1) deutliche Biuretreaction,
2) Fehlen der Millon'schen Reaction,
3) Fehlen der Adamkiewicz'schen Reaction,
4) Leichte Löslichkeit in absolutem Alkohol.

Bevor ich zu den Tierversuchen überging, suchte ich zuerst festzustellen, ob nicht etwa schon ausserhalb des Tierkörpers das frische Blut irgend eine Einwirkung auf Pepton hätte. Ich führte deshalb mehrere Versuchsreihen durch, bei denen allen eine gewisse Menge Pepton zu einem gewissen Quantum frischen Rinderbluts gesetzt wurde. Nachdem die Proben 0 bis 24 Stunden teils bei gewöhnlicher Zimmertemperatur, teils bei Bluttemperatur im Brütofen gestanden hatten, wurde versucht, in ihnen das Pepton wieder qualitativ und quantitativ nachzuweisen. Bei allen diesen Versuchen handelte es sich darum, das Pepton, das dem Blute zugefügt worden war, aus diesem Eiweissgemisch zurückzugewinnen. Zu diesem Behufe musste stets das Blut von seinem Gesamteiweiss befreit werden. Es liegt auf der Hand, dass von dieser Operation in erster Linie das Gelingen der Analysen abhing.

Ehe ich das von mir angewendete analytische Verfahren bespreche, möchte ich kurz an die gebräuchlichsten Methoden der Enteiweissung des Blutes und ähnlicher eiweissreicher tierischer Flüssigkeiten erinnern, wie sie teils zur Bestimmung des Peptongehaltes, teils des Zucker-, Harnstoff- und Harnsäuregehaltes von verschiedenen Forschern angewendet worden sind.

Es wurde zunächst versucht, durch einfaches Aufkochen der eiweisshaltigen Flüssigkeit das Eiweiss zu coagulieren und durch nachheriges Abfiltrieren zu entfernen. Dabei zeigte sich aber, dass auf diese Weise bei weitem nicht alles Eiweiss entfernt wird, dass vielmehr ein grosser Teil in dem Filtrat gelöst bleibt. Beim Blute ist es vor allem der Blutfarbstoff, der in das Filtrat übergeht, wovon ich mich selbst durch mehrere Versuche überzeugen konnte. Ebenso unzuverlässig ist die Ausfällung der Eiweissstoffe durch reinen Alkohol, eine Methode, deren Unzulänglichkeit schon Alex. Schmidt[1]) nachgewiesen hat. Einige brauchbare Methoden

1) Alex. Schmidt, Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie XIII, p. 108.

giebt Hoppe-Seyler[1]) an: durch einfaches Kochen nach vorsichtigem Zusatz von verdünnter Essigsäure erhält man eine flockige Gerinnung der Eiweisskörper. Durch Prüfung des Filtrats mit Ferrocyankalium kann man sich von der völligen Entfernung der Eiweissstoffe mit Ausnahme der Peptone überzeugen. Ein grosser Mangel dieses Verfahrens, den auch Hoppe-Seyler selbst angiebt, ist der, dass die Albuminstoffe sich in überschüssiger Essigsäure lösen, sodass man also mit dem Zusatz der Säure sehr vorsichtig verfahren muss; ausserdem kann auch durch die hohe Temperatur Zersetzung eintreten.

Dieses Verfahren, nur mit der Modification, dass das Blut vor dem Zusatz von Essigsäure mit dem 3—4 fachen Volumen Wasser verdünnt wurde, — eine schon von Claude Bernard geübte Methode — ist z. B. von v. Jaksch[2]) angewandt worden bei seinen Untersuchungen über den Harnsäuregehalt des Blutes. Er bemerkt dabei bezüglich der Eiweissfällung, „dass das Filtrieren ungemein rasch vor sich geht, ebenso wie bei der Verwendung der Schmidt-Mühlheim'schen Methode für das Blut. Nach dem Aufkochen zeigte sich das Filtrat, nach den bekannten Methoden geprüft, fast stets frei von Eiweiss.“ Bei Gegenwart von Acidalbuminen, Propeptonen, Albuminaten oder Caseinen ist diese Methode unzulässig, und Hoppe-Seyler empfiehlt für diese Fälle zur Ausfällung „1) Zusatz eines Ueberschusses von kaltem Alkohol (mindestens 3 Volumen Alkohol auf 1 Volumen Flüssigkeit) oder 2) vorsichtigen Zusatz von Bleiessig, solange Niederschlag entsteht (der Ueberschuss des Reagens löst mehrere Albuminstoffe leicht wieder auf) oder 3) Eintragen von Chlornatrium oder Magnesiumsulfat zur vollständigen Sättigung.“

Ausserdem giebt Hoppe-Seyler noch zwei andere Methoden an, nämlich zur Entfernung von Acidalbumin oder Casein und Albuminaten eine Lösung von essigsaurem Eisenoxyd der Eiweisslösung hinzuzufügen und solange zu kochen, bis das Eisenoxyd als basisches Salz völlig ausgefällt ist. Doch bemerkt er dabei, dass die Lösung des essigsauren Eisenoxyds nur sehr wenig freie Essigsäure enthalten darf, weil sonst dieselben Schädlichkeiten eintreten, wie oben erwähnt.

1) Hoppe-Seyler, Handbuch der physiol. u. path. chem. Analyse, 5. Auflage, p. 263.

2) Zeitschrift f. Heilkunde XI. 1890, p. 422.

Statt des essigsauren Eisenoxyds hält er zuweilen für zweckmässiger, eine Mischung von Eisenchlorid und überschüssigem Natriumacetat zu verwenden.

Die erstere dieser beiden zuletzt erwähnten Methoden von Hoppe-Seyler wurde vor allem von Schmidt-Mühlheim[1]) angewandt mit der geringen Modification, dass zu dem essigsauren Eisenoxyd noch ein kleines Quantum von schwefelsaurem Eisenoxyd zugefügt wurde. Er erzielte dadurch, „dass einfach gelöste Eiweisskörper aus dem Inhalt des Verdauungsapparates durch blosses Aufkochen mit dieser Eisenlösung vollständig abgeschieden werden können, ohne dass eine nennenswerte Verunreinigung der Eiweissfiltrate durch die zugefügten Reagentien bewirkt wird, und ohne dass eine Einwirkung dieser Substanzen auf Peptone und krystallinische Zersetzungsprodukte erfolgt. Schon einmaliges Aufkochen der mit der Eisenlösung versetzten Flüssigkeit, für deren geringe Concentration stets Sorge getragen werden muss, macht die Lösung vollkommen eiweiss- und eisenfrei.“

Das letzte Hoppe-Seyler'sche Verfahren, Kochen mit Eisenchlorid und Natriumacetat, ist vielfach angewandt worden, namentlich von Hofmeister[2]) zur Entfernung des Eiweisses aus Blut, Eiter und Harn behufs Untersuchung dieser Flüssigkeiten auf Peptone. Der Gang des Verfahrens war z. B. bei den Eiteruntersuchungen folgender:

„Eine abgemessene Menge Eiter wurde mit dem zehnten Teil seines Volumens einer concentrierten Lösung von essigsaurem Natron versetzt und soviel Eisenchlorid hinzugefügt, dass die Flüssigkeit eine blutrote Färbung annahm. Sodann stumpfte man mit Natronlauge bis zur schwach sauren Reaction ab. Die erhaltene Flüssigkeit von dünnbreiiger Consistenz wurde zum Kochen erhitzt, zehn Minuten in lebhaftem Sieden erhalten, nach dem Erkalten filtriert und vom Filtrat ein abgemessener Teil auf dem Wasserbade auf einen geringen Rückstand eingeengt, dann sorgfältig mit wenig Wasser gelöst. Die Lösung wurde zur polarimetrischen Bestimmung des Peptons verwandt.“ „Dass die Ausfällung der Eiweisskörper nach dem erörterten Verfahren keine

1) du Bois, Archiv f. Physiologie 1879.

2) Zeitschrift f. physiologische Chemie IV p. 271.

merklichen Verluste an Pepton zur Folge hat," davon hat sich Hofmeister durch eigene Versuche überzeugt.

Dasselbe Hoppe-Seyler'sche Verfahren wurde auch von Alex. Poehl[1]) benutzt, der die Flüssigkeit nach dem Abstumpfen mit Alkali nur aufkocht und sogar ein länger fortgesetztes Kochen für nachteilig hält, „da in letzterem Falle die Trennung des Niederschlages, der dabei schleimige Consistenz annimmt, verlangsamt wird. Wenn richtig verfahren worden und Natriumacetat und Eisenchlorid in entsprechender Menge zugefügt ist, muss sich der Niederschlag rasch absetzen und die darüberstehende Flüssigkeit vollkommen klar und farblos erscheinen. Man trennt den Niederschlag durch mit Decantation verbundene Filtration und wäscht den Niederschlag, der mechanisch mitgerissene Mengen von Pepton enthält, mit siedendem Wasser aus, dem man etwas essigsaures Natron zugesetzt hat. Im Falle ins Filtrat nachweisbare Mengen von Eisen übergegangen sein sollten, so behandelt man das Filtrat von neuem mit essigsaurem Natron, kocht wieder auf und filtriert ab. Das Filtrat gibt bei Prüfung mit Ferrocyankalium und Essigsäure schliesslich keine Trübung. Durch Verdampfen engt man das Filtrat mit dem Waschwasser ein und bestimmt hierin das Pepton."

Diese ältere Methode von Hoppe-Seyler mit den Modificationen von Hofmeister und Poehl ist vielfach erprobt und als sehr brauchbar gefunden worden.

Zu erwähnen wäre noch das von Hofmeister[2]) angegebene „Verfahren zur völligen Abscheidung des Eiweisses aus tierischen Flüssigkeiten." Es besteht darin, „dass man zunächst die eiweisshaltige Lösung in der gebräuchlichen Weise (NB. eine bestimmte Methode ist nicht angegeben) von der Hauptmenge des Eiweisses befreit und dann das Filtrat mit Bleihydrat versetzt, einige Minuten im Kochen erhält und wieder filtriert. Die erhaltene Flüssigkeit wird durch Einleiten von Schwefelwasserstoff von gelöstem Blei, durch Aufkochen von überschüssigem Schwefelwasserstoff befreit und erweist sich nun auch den empfindlichsten Reagentien gegenüber als eiweissfrei." Bei Flüssigkeiten, welche schwefelsaure oder phosphorsaure Salze in grosser Menge enthalten, em-

1) Inaug.-Diss. Dorpat 1882, p. 33.
2) Zeitschrift f. physiologische Chemie II, p. 288.

pfiehlt Hofmeister „noch einige Tropfen Bleizuckerlösung zuzusetzen. Das Bleioxyd macht nämlich aus den Sulfaten und Phosphaten Alkalien frei, welche, wenn in grösserer Quantität vorhanden, einen, wenn gleich sehr geringen, Anteil des Eiweisses in Form von Albuminat in Lösung erhalten. Zusatz von Bleizucker führt sie in essigsaure Salze über und macht sie so unschädlich.“ Statt des frisch gefällten Bleioxyds hat Hofmeister auch befriedigende Resultate erhalten mit frisch gefälltem kohlensauren Blei- und Zinkoxyd, sowie mit käuflichem reinen Zinkoxyd. Er wandte diese Methode an bei der Untersuchung der Ascitesflüssigkeit, des Blutes, der Milch, des Hühnereiweisses und des Eiters auf ihren Peptongehalt. Auch bei der Untersuchung des Harns[1]) auf Pepton benutzte er sie, um vorher aus dem Harn etwa vorhandenes Eiweiss vollkommen zu entfernen. Später hat er sie aber zu Gunsten der vorher erwähnten Hoppe-Seyler'schen Methode wieder verlassen.

In neuerer Zeit sind ferner zwei Verfahren angegeben worden, auf die ich hier noch eingehen muss.

Devoto hat in seiner Arbeit[2]) „Über den Nachweis des Peptons und eine neue Art der quantitativen Eiweissbestimmung“ die Enteiweissung tierischer Flüssigkeiten folgendermassen ausgeführt: „Man versetzt die betreffende eiweisshaltige Flüssigkeit in einem Becherglas auf 100 ccm mit 80 g krystallisierten Ammonsulfats — das ist soviel Salz, als die Flüssigkeit zur Sättigung in der Kälte braucht — und bringt zunächst das Salz in der Wärme (in einem Wasserbade) unter Rühren und Zerdrücken der Krystalle mit einem Glasstab zur völligen Lösung. Dazu sind 10—15 Minuten erforderlich. Alsdann setzt man das Glas 30—40 Minuten dem Dampf siedenden Wassers aus, worauf die Coagulation vollendet ist. Lässt man das Glas noch länger, bis zwei Stunden, im Dampfe verweilen, so wird das Coagulum dichter und das Filtrieren und Auswaschen gehen schneller von statten.“ Wichtig für das Verfahren ist, dass das Gelingen der vollständigen Coagulation unabhängig von der Reaction der Eiweisslösung ist. Dieses Verfahren stellt sich als so einfach dar, dass es die übrigen Methoden zu verdrängen bestimmt wäre, wenn es sich bewähren

1) Zeitschrift f. physiologische Chemie IV, p. 263.
2) Zeitschrift f. physiologische Chemie XV p. 465.

sollte. Devoto gibt aber selbst an, dass es für die Enteiweissung des Blutes nicht sicher zu verwerten ist. „Bei der Coagulation des Blutes nach dieser Methode erhält man leicht gefärbte Filtrate, weil das Hämoglobin nicht vollständig coaguliert wird. Doch lässt sich dieses Verfahren auch bei einiger Vorsicht auf den Nachweis von Pepton in bluthaltigen Flüssigkeiten anwenden. Ist nämlich Pepton zugegen, so geht dieses beim Auswaschen des Niederschlages früher in Lösung als der nicht coagulierte Teil des Blutfarbstoffes, und die ersten Filtrate pflegen dann mit Ferrocyankalium und Essigsäure, keine Reaction, aber eine deutliche Biuretfärbung zu geben.“ Auch die Versuche, welche v. Jaksch[1]) mit dieser Methode anstellte, um Pepton im Blut von Leukämischen nachzuweisen, können sie nicht absolut zuverlässig erscheinen lassen. Denn in einem Falle konnte er mit der Hofmeister'schen Methode grosse Mengen von Pepton auffinden, dagegen mit der Devoto'schen nicht. In einem andern Falle dagegen gelang der Nachweis des Peptons mit beiden Methoden gleich gut. „Auch bei der Anwendung beider Methoden auf den Peptonnachweis in den Organen (Leber, Milz) Leukämischer lieferten beide wesentlich differente Resultate. Die Hofmeister'sche Methode zeigte in vielen Fällen Pepton an, in welchen Devoto's Methode kein positives Resultat ergab.“ Devoto selbst gibt auch an einer andern Stelle an, dass es ihm nicht gelang, im Blute Leukämischer mit seiner Methode Pepton nachzuweisen.

Bevor also diese Methode allgemein anerkannt werden kann, bedarf es noch weiterer Nachprüfung bezüglich ihrer Brauchbarkeit[2]).

Die letzte hier noch anzuführende Methode ist das von Abeles[3]) angegebene „Verfahren zur Enteiweissung des Blutes für die Zuckerbestimmung“ mittelst einer alkoholischen Lösung von Zinkacetat.

---

1) Zeitschrift f. physiologische Chemie XVI p. 243.

2) In neuester Zeit hat Robitschek bei einem Fall von Phosphorvergiftung in gleich exacter Weise sowohl nach der Methode Hofmeister's als auch Devoto's Pepton im Harn nachweisen können. (Deutsch. med. Wochenschrift 1893, No. 24.)

3) Zeitschrift f. physiologische Chemie XV p. 495.

Zur Enteiweissung eines gewissen Blutquantums nimmt man nach seiner Vorschrift von absolutem Alkohol das gleiche Volumen, von etwa 95 % etwas mehr und setzt 5 % vom Gewicht des Blutes an Zinkacetat hinzu, sodass auf 1 g Blut stets 0,05 g Zinkacetat kommen. Diese alkoholische Zinklösung stellt eine trübe Flüssigkeit dar, die aber unfiltriert verwandt wird. „Das Blut wird bei dem Contacte mit Alkohol im ersten Augenblick hellrot, nimmt aber schon nach wenigen Minuten eine dunkelbraune bis schwarzbraune Färbung an. Die Coagulation und die Aufschliessung der Blutkörperchen ist erst dann als vollkommen anzusehen, wenn der Niederschlag eine gleichmässig schwarzgraue Masse bildet, in der sich keine roten Blutkörperchen finden.“ Dann wird durch ein mit Alkohol angefeuchtetes Filter filtriert, mit Alkohol nachgewaschen und der Filterrückstand mit der Handpresse ausgepresst und dann nochmals mit Alkohol in einer Reibschale zu einem dünnen Brei angerührt. Das Filtrat hiervon wird mit dem ersten vereinigt. Beide sind meistens etwas trüb. Das Zink, das bei der Titration auf Zucker störend ist, fällt Abeles mit kohlensaurem Natron aus, filtriert nochmals und erhält jetzt völlig klare, farblose Filtrate.

Ohne diese Arbeit von Abeles näher zu kennen und vor allem ohne zu wissen, dass er statt des Zinkacetats auch schon Chlorzink angewendet hatte, suchte ich nach dem unbefriedigenden Resultat der Seite 10 erwähnten Kochversuche die Enteiweissung des Blutes ebenfalls mit einer alkoholischen Chlorzinklösung zu erreichen. Nach mehrfachen Vorversuchen erwies sich mir folgender Gang der Operation als zweckmässig: Das betreffende Blutquantum wurde unter allmählichem Zusatz des gleichen Volumens 1,5 % alkoholischer Chlorzinklösung, welche, wie die Devoto'sche Zinkacetatlösung, stets etwas durch flockige Ausscheidungen getrübt war, in einem Schüttelgefäss stark geschüttelt. Dabei gerann das Eiweiss in ganz kleinen Partikelchen, sodass die ganze Masse völlig dünnflüssig blieb. Die rote Farbe des Blutes wandelte sich in eine dunkelgraubraune um. Von diesem Coagulum wurde die Flüssigkeit an der Wasserstrahlpumpe abgesogen. Das Filtrat stellte eine völlig wasserklare Flüssigkeit ohne jede Spur von Färbung dar. Der Filterrückstand wurde noch einmal in einem grossen Mörser mit Wasser zu einem dünnen Brei tüchtig durchgerührt zur Lösung von etwaigen durch das Coagulum

vorher zurückgehaltenen Peptonmengen, und die ganze Masse wiederum an der Wasserstrahlpumpe filtriert. Beide Filtrate wurden zusammen gegeben und auf dem Wasserbade zu einem mässigen Volumen eingedampft. Dabei schied sich noch eine geringe Menge dunkelbrauner Flocken ab, die durch das Filter hindurchgegangen waren. Dieselben wurden abfiltriert, und nun stellte das Filtrat eine hellgelbliche klare Flüssigkeit dar. Letztere wurde behufs Bestimmung der darin enthaltenen Peptonmenge der weiteren Bearbeitung unterworfen, wie im Folgenden angegeben ist.

Es könnte vielleicht eingeworfen werden, dass durch die zweite Extraction des Filterrückstandes mit Wasser irgendwelche Eiweisskörper aus dem Coagulum, vor allem Albumosen, wieder in Lösung übergeführt worden seien. Um die Berechtigung dieses Einwandes zu prüfen, stellte ich folgende Versuche an: Ich coagulierte mehrere Blutproben von je 100 ccm nach dem obigen Verfahren und verteilte den Filterrückstand in Wasser. Dieser wurde dann entweder sofort wieder aufs Filter geworfen oder erst, nachdem er mit dem Wasser mehrere Stunden (bis zu 19 Stunden) gestanden hatte. Die wässerigen Extracte erschienen stets fast vollkommen wasserklar. Beim Einengen schieden sich jedoch kleine Mengen weisslicher Flocken aus. Diese Flocken bestanden aus zusammengeballten äusserst feinen Eiweisspartikeln, die das Filter passiert hatten. Trotz mehrfacher Filtration gelang es niemals, die Extracte vor dem Eindampfen von diesen fein verteilten Eiweisspartikeln zu befreien.

Alle wässerigen Extracte zeigten mit einer gesättigten Lösung von Ammonsulfat versetzt niemals eine Fällung; beim Kochen mit Salpetersäure ergaben sie eine äusserst schwache Gelbfärbung, welche nur so minimale Spuren von Eiweissstoffen anzeigte, wie sie bei den Stickstoffbestimmungen vernachlässigt werden durften.

In einem letzten Versuch versetzte ich 300 ccm Blut mit 25 ccm einer 5 % wässerigen Lösung von dem albumosenhaltigen Peptonum siccum alcohole praecipitatum Grübler und brachte die Mischung in der gewöhnlichen Weise zur Coagulation. Der Filterrückstand wurde mit 300 ccm Wasser tüchtig durchgerieben und sofort aufs Filter geworfen. Das alkoholische Extract ergab, nach Verjagung des Alkohols mit Ammonsulfatlösung versetzt, eine deutliche Fällung, die aber im Vergleich zu der Ammonsulfatfällung in einer wässerigen Lösung desselben Peptons von

gleicher Concentration bedeutend schwächer war. Es können also in das alkoholische Extract geringe Mengen der durch Ammonsulfat fällbaren Verunreinigungen käuflicher Peptonpräparate übergehen. — Das wässerige Extract zeigte, nachdem es auf ein kleines Volum eingedampft und von geringen Mengen weisslicher Flocken durch Filtration befreit war, auf Zusatz von gesättigter Ammonsulfatlösung keine Fällung. Natürlich ergaben beide Extracte sowohl deutliche Biuretfärbung als auch starke Xanthoproteinsäurereaction.

Nachdem ich so eine Methode der Enteiweissung gefunden hatte, welche so einfach in der Ausführung wie keine der vorher beschriebenen und doch absolut zuverlässig ist, wie durch zahlreiche Proben festgestellt wurde, ging ich zu meiner eigentlichen Arbeit über. Zunächst suchte ich zu ermitteln, indem ich gleichzeitig das beschriebene Enteiweissungsverfahren auf seine Zuverlässigkeit und Genauigkeit erprobte, wie sich Glutinpepton verhält, das in bestimmter Menge einem gewissen Quantum frischen Rinderbluts zugefügt ist. Von Schmidt-Mühlheim ist schon angegeben worden, dass er ausserhalb des Tierkörpers keinen Einfluss des frischen Blutes auf direkt zugefügtes Pepton constatieren konnte. Dies musste ihm um so rätselhafter erscheinen, als nach seiner Annahme das Blut im lebenden Körper die Eigenschaft besitzen sollte, Peptone in Eiweisskörper zu regenerieren. Dass diese Annahme für die bekanntesten Eiweisspeptone nicht zutrifft, haben die Untersuchungen Hofmeister's schon längst nachgewiesen. Über die Einwirkung des Schmidt-Mühlheim'schen hypothetischen Blutferments auf Leimpeptone liegen bisher keine Beobachtungen vor. Mein Bestreben war es daher, festzustellen, ob frisches Blut das Paal'sche Glutinpepton zu verändern imstande sei. Falls das Pepton unangetastet blieb, so musste es sich quantitativ aus der Blutmischung wiedergewinnen lassen.

Der quantitative Nachweis der Peptone ist in der ganzen Peptonchemie eine der schwierigsten Aufgaben. Vielfach ist versucht worden, zuerst aus den eiweissfreien Lösungen die Peptone zu isolieren und dann erst auf irgend eine Weise quantitativ zu bestimmen. Diese Methoden sind alle als nicht sehr zuverlässig zu betrachten, da es kein Fällungsmittel gibt, durch das mit absoluter Sicherheit die ganze in einer Flüssigkeit gelöste Peptonmenge niedergeschlagen wird.

Fast sämtliche Fällungsmethoden geben nur befriedigende Resultate bei einigermassen concentrierten Peptonlösungen, bei sehr verdünnten Lösungen — und solche dürften wohl meistens bei Untersuchungen auf diesem Gebiete in Betracht kommen — versagen sie.

Die Fällung mit absolutem Alkohol [1]) und mit Äther ist nicht exact. Durch Gerbsäure werden die Peptone nur in neutraler oder schwach saurer Lösung niedergeschlagen. Hofmeister [2]) hat die Gerbsäure mehrfach angewendet: „Der durch Gerbsäure erhaltene Niederschlag wird nach 24 Stunden auf dem Filter gesammelt und mit Wasser, dem etwas Gerbsäure und Magnesiumsulfat zugesetzt ist, ausgewaschen. Der Tanninniederschlag wird in einer Schale mit gesättigtem Barytwasser gut zusammengerührt und damit nach Zusatz eines Stückes festen Barythydrats zum Kochen erhitzt. Nach kurzem Kochen filtriert man heiss. Das Filtrat muss farblos und gerbsäurefrei sein. Man entfernt jetzt den überschüssigen Baryt vorsichtig mit Schwefelsäure und engt ein.“

Ebenso wandte Hofmeister [3]) die Fällung mit Phosphorwolframsäure an, welche nach seinen Erfahrungen so genau sein soll, dass man noch 0,1 g Pepton aus einem Liter Harn wiedergewinnen kann. Schmidt-Mühlheim [4]) bemerkt inbetreff dieser Fällungsmethode: „Will man das Pepton vollständig ausfällen, so ist es erforderlich, dass die Einwirkung der Phosphorwolframsäure nicht auf gar zu verdünnte Lösungen erfolgt. Während nämlich aus concentrierten Peptonlösungen die Phosphorwolframsäure allein alles Pepton abzuscheiden vermag, gelingt dieses in schwächeren Lösungen nur nach vorherigem Ansäuern mit Salzsäure; sehr verdünnte Lösungen aber sind selbst unter diesen Umständen nicht völlig peptonfrei zu bekommen.“ Wenn nun diese Fällungsmethoden allein schon nicht zuverlässig sind, so vergrössert sich der schliessliche Fehler noch beträchtlich, falls die quantitative Bestimmung der Peptone in den Lösungen, in welche die aus den Tannin- bezw. Phosphorwolframsäure-Niederschlägen er-

1) Mialhe, Jahresberichte d. Fortschr. d. Pharmacie VII, 1846.
2) Zeitschrift f. physiol. Chemie IV, p. 259.
3) Zeitschrift f. physiol. Chemie IV, p. 260.
4) du Bois, Archiv f. Physiologie 1879, p. 42.

haltenen Peptone übergeführt worden sind, nach der colorimetrischen Methode geschieht. Das colorimetrische Verfahren zur Peptonbestimmung gründet sich auf die den Peptonen eigentümliche Biuretreaction und ist nur anzuwenden auf Flüssigkeiten, welche nicht gefärbt erscheinen; also verbietet sich z. B. ihre direkte Anwendung auf die Peptonbestimmung im Harn schon von selbst. Es ist freilich versucht worden, für diesen Zweck die Harnfarbstoffe zu entfernen. Doch gehen durch die Mittel, welche hierzu verwandt werden, stets auch gewisse Peptonmengen verloren. Bei der Tierkohle, dem gebräuchlichsten Entfärbungsmittel, ist der Verlust an Pepton so gross, dass Schmidt-Mühlheim, welcher stets vor Anstellung der Biuretreaction den Harn damit entfärbte, der Peptongehalt des Harnes bei seinen Tierversuchen vollkommen entgangen ist. So ist es erklärlich, dass er zu der falschen Ansicht von der peptonumwandelnden Kraft des lebenden Blutes kam. Durch Bleizuckerlösung, welche Schulze und Barbieri[1]) zuerst zur Entfärbung empfahlen, werden ebenfalls geringe Mengen von Pepton niedergerissen.

Die colorimetrische Methode, aus der Intensität der Biuretreaction auf den Peptongehalt der Lösung zu schliessen, ist vor allem von Schmidt-Mühlheim und Hofmeister ausgebildet worden. Der erstere[2]) bereitete sich eine Vergleichslösung auf folgende Weise: „Eine gewogene Portion Pepton wird in Wasser gelöst, mit Natronlauge und so lange mit Kupfersulfat versetzt, bis die anfängliche weinrote Farbe eben erkennbar ins Blaue zu schimmern beginnt. Dann wird das Gemenge durch Wasserzusatz soweit verdünnt, dass 3000 ccm Flüssigkeit 1 g Pepton enthalten. Bei der Peptonbestimmung wird dann die zu untersuchende Flüssigkeit in ähnlicher Weise behandelt, bis zur gleichen Farbenintensität verdünnt und aus dem Volumen die Menge berechnet.“ Hofmeister's[3]) Verfahren weicht hiervon etwas ab: „Durch Kupfersulfat- und Natronlaugezusatz zu Peptonlösungen von genau bekanntem Gehalt wird eine Art Farbenscala hergestellt, mit der die auf Pepton zu untersuchende Flüssigkeit nach Zusatz von Kupfervitriol und Natronlauge auf ihre Färbung in gleich dicken

1) Chem. Centralblatt 1881, p. 714.
2) du Bois, Archiv f. Physiologie 1880, p. 33.
3) Zeitschrift f. physiol. Chemie IV, p. 272 u. V, p. 134.

Schichten verglichen werden. Leider ändert die Scala beim Stehen allmählich ihren Farbenton."

Beide Forscher geben an, dass sie mit ihren Methoden nach längerer Übung, welche zur Unterscheidung von so geringen Farbenabstufungen nötig ist, sehr gute Resultate erzielt haben. Immerhin ist das Verfahren ziemlich schwierig zu erlernen und auch zu sehr abhängig von dem subjektiven Urteil des Untersuchers. Hoppe-Seyler[1]) sagt davon: „Die Biuretreaction zur quantitativen Bestimmung zu verwenden, ist mehrfach versucht; diese Methode ist durchaus zu verwerfen."

Die polarimetrische quantitative Bestimmung der Peptone, die bekanntlich optisch aktiv sind, wurde auch von Hofmeister angewandt. Er benutzte dazu teils die Filtrate der enteiweissten Lösungen direkt, teils fällte er hieraus erst die Peptone, wie schon oben angegeben, mit Phosphorwolframsäure aus, löste sie in Wasser wieder auf und bestimmte erst in diesen Lösungen den Peptongehalt polarimetrisch. Derartige Bestimmungen können aber nicht eher einwandsfreie Ergebnisse liefern, als nicht die specifische Drehung der einzelnen Peptone genau ermittelt ist. Vorläufig steht nur soviel fest, dass die verschiedenen Peptone verschieden drehende Kraft haben.

Da mir keine der angeführten Methoden zuverlässig genug erschien, so hielt ich es für geboten, ein exacteres Verfahren noch zu Hilfe zu nehmen, nämlich den Peptongehalt der eiweissfreien Blutextracte aus ihrem Stickstoffgehalt zu ermitteln. Dies versprach gute Resultate, da ich jederzeit imstande war, durch Controllversuche den Stickstoffgehalt meines Präparates zu prüfen. Dabei war natürlich noch zu beachten, dass ein Extract aus einem Blutcoagulum von vornherein stickstoffhaltige Verbindungen (Harnstoff, Kreatinin u. a.) enthält. Dieser ursprüngliche Stickstoffgehalt des Blutextractes war daher bei den Stickstoffbestimmungen in Extracten von peptonhaltigem Blut in Anrechnung zu bringen. Ich lasse jetzt die Ergebnisse meiner Untersuchungen über das Verhalten des Peptons im frischen Blute ausserhalb des Tierkörpers folgen.

Für den qualitativen Nachweis konnte in jedem Falle die

---

1) Sein Handbuch 5. Aufl., p. 392.



Biuretprobe als entscheidend gelten, zur quantitativen Bestimmung bediente ich mich folgender drei Methoden:

1) Colorimetrische Bestimmung mittelst der Biuretreaction, welche bei vergleichender Beobachtung der Farbenintensität unter gleichen Bedingungen immerhin Unterschiede im Peptongehalt zu erkennen gestattet.

2) Direkte Zurückgewinnung des Peptons und Bestimmung desselben durch Wägen.

3) Berechnung des Peptons aus dem nach Kjeldahl gefundenen Stickstoffgehalt.

1. Versuchsreihe.

In 8 Reagensgläsern werden je 12 ccm frisches Rinderblut mit je 3 ccm 5% wässeriger Lösung des salzsauren Glutinpeptons versetzt. Die Mischungen bleiben bei Zimmertemperatur verschieden lange Zeit stehen und werden dann aufgearbeitet und zwar No. 1 sofort nach dem Zusammengeben, No. 2 nach $^1/_4$ Stunde, No. 3 nach $^1/_2$ Stunde, No. 4 nach 1 Stunde, No. 5 nach 2, No. 6 nach 4, No. 7 nach 18 und No. 8 nach 24 Stunden. Nachdem sie alle in der gleichen Weise nach der oben angegebenen Methode von dem Eiweiss befreit sind und aus den alkoholischen Extracten der Blutcoagula das Chlorzink mittelst Natriumcarbonat ausgefällt ist, werden stets gleiche Quanta der wasserklaren Flüssigkeiten mit gleichen Mengen Natronlauge und Kupfersulfat versetzt.

Dabei zeigt sich in allen Proben deutliche Biuretreaction. Es scheint aber, dass in den letzten (No. 7 und 8) die Rosafärbung schwächer ist, als in den ersten Proben, doch ist der Unterschied nicht so prägnant, um mit Sicherheit eine Abnahme des Peptongehaltes erkennen zu lassen.

2. Versuchsreihe.

Während bei der ersten Versuchsreihe das salzsaure Glutinpepton verwendet wurde, kam bei dieser und den nun folgenden eine mittelst Natronlauge fast vollkommen neutralisierte Lösung desselben Peptons in Anwendung. Ich neutralisierte die Peptonlösung deshalb, weil es andernfalls möglich gewesen wäre, dass infolge der Anwesenheit von Salzsäure aus dem Eiweiss des Blutes

Pepton resp. peptonähnliche Körper entstehen konnten, zumal bei der jetzt angewandten erhöhten Temperatur.

Es wurden also in 10 Reagensgläsern je 12 ccm Blut mit 3 ccm 5% fast neutraler wässeriger Peptonlösung versetzt und bei einer Temperatur von 30°—35° C. im Brütofen verschieden lange Zeiträume stehen gelassen. No. 1 wurde sofort nach dem Zusammengeben der Peptonlösung und des Blutes, die beide auf eine Temperatur von 35° C. gebracht waren, aufgearbeitet, No. 2 nach 1/4 Stunde, No. 3 nach 1/2 Stunde, No. 4 nach 1 Stunde, No. 5 nach 2 Stunden, No. 6 nach 4, No. 7 nach 18, No. 8 nach 20, No. 9 nach 24 Stunden. No. 10 enthielt Blut, das erst, nachdem es 24 Stunden bei 35° C. gestanden hatte, mit Pepton versetzt worden war.

Die Reihe zeigte bei der gleichen Prüfungsmethode wie bei der vorigen folgendes Resultat: Die Biuretreaction ist in allen 10 Proben deutlich vorhanden. In den Proben 1—6 ist fast gar kein Unterschied; in den Proben 7—9 scheint die Rosafärbung etwas mehr ins Bläuliche überzugehen. Aber diese Verfärbung ist zu wenig hervorstechend, als dass sie für eine Abnahme des Peptongehaltes sprechen könnte. In Probe 10 fällt die Reaktion nicht stärker aus als in den übrigen.

3. Versuchsreihe.

Die Anwendung der Biuretreaction in den beiden ersten Versuchsreihen hatte so viel erkennen lassen, dass eine erhebliche Abnahme des Glutinpeptons durch die Einwirkung frischen Blutes jedenfalls nicht herbeigeführt wird. Da ich aber das colorimetrische Verfahren doch nicht für geeignet hielt, um mein Urteil darauf zu gründen, so versuchte ich nunmehr das zu einer gewissen Menge von Blut zugefügte Pepton wieder zu gewinnen und durch direkte Wägung eine ev. Abnahme desselben zu bestimmen.

Zu diesem Zwecke wurden 6 kleine Kolben mit je 100 ccm frischen Bluts und 10 ccm der 5% wässerigen, fast neutralen Peptonlösung beschickt, sodass also auf 100 ccm Blut immer 0,5 g Pepton kamen. Die Kolben blieben wiederum bei einer Temperatur von 35° C. im Brütofen verschieden lange Zeit stehen und wurden dann aufgearbeitet, und zwar No. 1 nach 5 Stunden, No. 2 nach 7, No. 3 nach 15, No. 4 nach 18, No. 5 nach 22 und No. 6 nach 24 Stunden.

Eine kürzere Dauer der Einwirkung als 5 Stunden wählte ich bei dieser Versuchsreihe nicht, weil, wenn überhaupt eine Abnahme des Peptongehaltes eintritt, diese nach längerer Zeit erst recht zu bemerken sein musste.

Alle 6 Portionen wurden in der gleichen Weise nach derselben Methode wie früher coaguliert, filtriert, der Filterrückstand mit Wasser tüchtig durchgerieben und nochmals abfiltriert. Die beiden wasserklaren Filtrate wurden zusammengegeben, eingedampft auf ungefähr 30 ccm und dann von geringen Mengen ausgeschiedener Flocken abfiltriert. Das Filtrat wurde nach Ausfällung des Zinks mittelst Natriumcarbonat völlig eingedampft und der gelblich-bräunliche, schmierige Rückstand zur Lösung des Peptons mit Alkohol extrahiert [1]). Das alkoholische Extract wurde auf einem Uhrglase bis zur Trockne eingedunstet, im Luftbade bei 105° völlig getrocknet und dann gewogen.

No.	Das Peptonblut stand im Brütofen	Gewicht des Peptonrückstandes
I	5 Stunden	0,793 g
II	7 „	1,030 „
III	15 „	0.943 „
IV	18 „	0,876 „
V	22 „	0,997 „
VI	24 „	1,909 „

Aus diesen Resultaten ergibt sich, dass in allen Fällen bedeutend mehr als 0,5 g d. i die Menge des ursprünglich zugefügten Peptons gefunden wurde. Es mussten also ausser dem Pepton noch andere Substanzen in das alkoholische Extract über-

1) Es wurde hier leider versäumt, den Rückstand vor der Extraction mit Alkohol erst mit conc. Salzsäure anzufeuchten. Wenn ein Teil des Peptonchlorhydrats durch die Behandlung des Filtrats mit Natriumcarbonat in freies Pepton übergeführt war, so konnte diese Menge freien Peptons nicht in das alkoholische Extract des Rückstandes übergehen. Das Peptonchlorhydrat wird zwar durch Natriumcarbonat keineswegs glatt gespalten, bleibt aber auch nicht intact.

gegangen sein, vor allem also die alkohollöslichen Extractivstoffe des Blutes noch nicht ausgefällte Mengen von Chlorzink u. s. w.

Zur Beseitigung der Verunreinigungen wurde jeder gewogene Peptonrückstand von dem Uhrglase mit Wasser abgespült, die Lösung zur Fällung des Zinkchlorids noch einmal mit Natriumcarbonat versetzt, alsdann filtriert und das klare Filtrat zur Trockne gebracht. Der Rückstand wurde mit einigen Tropfen Salzsäure betupft zur Überführung des freien Peptons in salzsaures Salz, das ja in Alkohol leicht löslich ist. Beim Übergiessen mit HCl färbten sich die Proben No. 1, 2 und 5 dunkelbraunrot. Alle wurden darauf nochmals eingetrocknet und dann mit Alkohol extrahiert. Dabei löste sich von der trocknen Masse nur äusserst wenig. Sie wurde gründlich mit dem Glasstab durchgerieben und der Alkohol abfiltriert. Die Filtrate waren wasserhell, bis auf die von den Proben No. 1, 2 und 5. Die alkoholischen Extracte der Proben No. 3, 4 und 6 zeigten schwache, aber deutliche Biuretreaction und keinen Unterschied inbetreff der Intensität derselben, während bei den dunkelbraunroten alkoholischen Extracten der Proben No. 1, 2 und 5 die ebenfalls vorhandene schwache Biuretreaction durch die dunkle Färbung der Flüssigkeit beeinträchtigt wurde. Es enthielten also alle 6 Portionen Pepton.

Die nach der letzten Extraction mit Alkohol zurückgebliebenen Reste lösten sich leicht in Wasser und zeigten, wie bei einigen dieser Reste nachgewiesen wurde, deutliche und starke Biuretreaction: es ist also bei der geschilderten Aufarbeitung nicht alles Pepton in das alkoholische Extract übergegangen.

Dem entsprechen auch die Resultate der Wägungen, welche mit den völlig eingedampften und getrockneten Rückständen der alkoholischen Extracte vorgenommen wurden.

No.	Das Peptonblut stand im Brütofen	Gewicht des Peptonrückstandes
I	5 Stunden	0,195 g
II	7 "	0,121 "
III	15 "	0,053 "
IV	18 "	0,067 "
V	22 "	0,196 "
VI	24 "	0,148 "

Es ergibt sich aus diesen Werten, welche in keinem Falle nicht einmal $^2/_5$ der zugeführten Peptonmenge betragen, dass das Pepton durch Alkohol nicht zuverlässig aus dem Rückstande eines Blutextractes wieder gewonnen werden kann. Ferner aber lässt sich aus ihnen das schliessen, dass eine mit der Dauer der Einwirkung des Blutes auf Pepton regelmässig fortschreitende Abnahme der Peptonmenge, wenigstens für eine 5—24stündige Einwirkungsdauer, nicht eintritt.

4. Versuchsreihe.

Da auch die in der vorhergehenden Versuchsreihe unternommene quantitative Bestimmung des Peptons durch direkte Wägung der zurückgewonnenen Menge nicht zu einem befriedigenden Resultate geführt hatte, so wurde zu einer Methode übergegangen, welche zuverlässige Resultate versprach, nämlich zur Berechnung des Peptongehalts des eiweissfreien alkoholischen Extractes aus seinem — nach Kjeldahl bestimmten — Stickstoffgehalt.

Es wurden gleichzeitig 6 Kolben mit je 300 ccm frischen Rinderbluts beschickt und mit 20 ccm 5% neutralisierter wässeriger Peptonlösung versetzt, so dass also auf 300 ccm Blut 1 g Pepton kam. Diese Kolben blieben wieder verschieden lange Zeit bei 35° C. im Brütofen stehen und wurden dann in der gleichen Weise wie früher aufgearbeitet, und zwar No. 1 sofort nach dem Zusammengeben des Blutes und der Peptonlösung, No. 2 nach 4 Stunden, No. 3 nach 6, No. 4 nach 12, No. 5 nach 18, No. 6 nach 24 Stunden. Ferner wurden 3 Kolben mit je 300 ccm Blut ohne Zusatz von Pepton in der gleichen Weise aufgearbeitet zur Bestimmung des Stickstoffgehaltes des alkoholischen Extractes der gleichen — peptonfreien — Blutmenge bei derselben Methode der Enteiweissung. Der hierbei erhaltene Stickstoff musste dann von dem Stickstoff der Peptonblutextracte abgezogen werden. Die Enteiweissung geschah bei allen Proben in der gleichen Weise nach der obigen Methode. Eine Ausfällung des Chlorzinks aus den erhaltenen Filtraten wurde unterlassen, da die Anwesenheit desselben in keiner Weise die Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl beeinflussen konnte. Bei der Untersuchung der Filtrate auf Eiweiss durch Zusatz von Essigsäure und Ferrocyankalium zeigte sich ein dicker Niederschlag, der zuerst als Eiweiss imponierte, aber sich bei näherer Prüfung als Ferrocyanzink herausstellte.

Bei Zusatz von Sublimat wurde kein Niederschlag resp. Trübung erhalten. Auch andere Eiweissproben gaben ein negatives Resultat.

Alsdann wurden die Filtrate völlig eingedampft, die Rückstände mit 1—2 ccm concentrierter HCl übergossen, mit 25—30 ccm Alkohol verrieben und auf ein kleines Filter gebracht. Die Filterrückstände wurden mit Alkohol so lange ausgewaschen, bis sie ein völlig weisses Pulver darstellten. Die klaren Filtrate wurden nunmehr auf wenige Kubikcentimeter eingeengt, mit concentrierter Phosphorschwefelsäure [1]) aufgenommen und nach der Methode von Kjeldahl-Argutinsky weiter verarbeitet. Bei allen Stickstoffbestimmungen wurde das Ammoniak in 50 ccm Normalschwefelsäure geleitet. Diese wurden auf 500 ccm mittelst Wasser aufgefüllt und davon stets 25 ccm mit $^1/_{10}$ Normalnatronlauge titriert.

Bestimmung des N-Gehaltes in den Blutproben ohne Peptonzusatz.

Es wurden 3 Bestimmungen gemacht und jedesmal je 300 ccm Blut verwandt. Die Aufarbeitung geschah stets in der gleichen Weise wie früher. Der Endtiter betrug bei allen 3 Bestimmungen gleichmässig 23,2 ccm $^1/_{10}$ Normalnatronlauge.

Titrierte Menge	25,0 ccm
Endtiter	23,2 „
Titerdifferenz für 25 ccm	1,8 „
„ „ 500 „ =	20 . 1,8 „

1,8 . 20 ccm $^1/_{10}$ Normal-NaOH entsprechen $\frac{14 \cdot 1,8 \cdot 20}{10 \cdot 1000} = 0,0504$ g N.

Es sind also bei allen Blutproben mit Peptonzusatz stets von den erhaltenen Stickstoffmengen 0,0504 g N als Stickstoffgehalt der Extractivstoffe von 300 ccm Blut in Abzug zu bringen, resp. die hier erhaltene Titerdifferenz von 1,8 ccm $^1/_{10}$ Normal-NaOH für 25 ccm des auf $^1/_2$ Liter aufgefüllten Destillats ist gleich zu

1) Argutinsky hat für Kjeldahl'sche Stickstoffbestimmungen zur Zersetzung der stickstoffhaltigen organischen Substanz eine Schwefelsäure empfohlen, welche auf 1 Liter reiner englischen H_2SO_4 200 g P_2O_5 enthält. cfr. Pflüger's Archiv XLVI, p. 581.



subtrahieren von der Titerdifferenz, die bei einer Peptonblutprobe für 25 ccm des auf $^1/_2$ Liter aufgefüllten Destillats gefunden wird.

Im Folgenden ist diese Titerdifferenz von 1,8 ccm $^1/_{10}$ Normal-NaOH stets als „Blutdifferenz" bezeichnet.

Bestimmung des N-Gehaltes in den Blutproben mit Peptonzusatz.

Die verwandte Blutmenge betrug stets 300 ccm.
„ „ Peptonmenge betrug stets 1 g.

No. I.

Pepton-Blutmischung im Brütofen 0 Stunden

Titrierte Menge	25,0 ccm
— Endtiter	18,7 „
	6,3 „
— Blutdifferenz	1,8 „
Titerdifferenz für 25 ccm	4,5 „
„ „ 500 „	4,5 . 20 ccm

4,5 . 20 ccm $^1/_{10}$ Normal-NaOH entsprechen $\frac{14 . 4,5 . 20}{10 . 1000} = 0,1260$ g N.

Gefunden also

für 1,0 g	HCl-Pepton	0,1260 g	N
„ 0,877 „	freies „	0,1260 „	„
„ 1,0 „	„ „	0,1436 „	„

No. II.

Pepton-Blutmischung im Brütofen 4 Stunden

Titrierte Menge	25,0 ccm
— Endtiter	19,4 „
	5,6 „
— Blutdifferenz	1,8 „
Titerdifferenz für 25 ccm	3,8 „
„ „ 500 „	3,8 . 20 ccm

3,8 . 20 ccm $^1/_{10}$ Normal-NaOH entsprechen $\frac{14 . 3,8 . 20}{10 . 1000} = 0,1064$ g N.

Gefunden also

für 1,0 g	HCl-Pepton	0,1064 g	N
„ 0,877 „	freies „	0,1064 „	„
„ 1,0 „	„ „	0,1213 „	„

No. III.

Pepton-Blutmischung im Brütofen 8 Stunden

Titrierte Menge	25,0 ccm
— Endtiter	19,2 „
	5,8 „
— Blutdifferenz	1,8 „
Titerdifferenz für 25 ccm	4,0 „
„ „ 500 „	4,0 . 20 ccm

4,0 . 20 ccm $^1/_{10}$ Normal-NaOH entsprechen $\frac{14 \cdot 4{,}0 \cdot 20}{10 \cdot 1000} = 0{,}1120$ g N.

Gefunden also

für 1,0 g	HCl-Pepton	0,1120	g N
„ 0,877 „	freies „	0,1120	„ „
„ 1,0 „	„ „	0,1277	„ „

No. IV.

Pepton-Blutmischung im Brütofen 12 Stunden

Titrierte Menge	25,0 ccm
— Endtiter	19,2 „

wie bei No. III.

Also auch gefunden

für 1,0 g	HCl-Pepton	0,1120	g N
„ 0,877 „	freies „	0,1120	„ „
„ 1,0 „	„ „	0,1277	„ „

No. V.

Pepton-Blutmischung im Brütofen 18 Stunden

Titrierte Menge	25,0 ccm
— Endtiter	19,0 „
	6,0 „
— Blutdifferenz	1,8 „
Titerdifferenz für 25 ccm	4,2 „
„ „ 500 „	4,2 . 20 ccm

4,2 . 20 ccm $^1/_{10}$ Normal-NaOH entsprechen $\frac{14 \cdot 4{,}2 \cdot 20}{10 \cdot 1000} = 0{,}1176$ g N.

Gefunden also

für 1,0 g	HCl-Pepton	0,1176	g N
„ 0,877 „	freies „	0,1176	„ „
„ 1,0 „	„ „	0,1329	„ „

No. VI.

Pepton-Blutmischung im Brütofen 24 Stunden
Titrierte Menge . . . . 25,0 ccm
Endtiter . . . . 19,4 „
wie bei No. II.

Also auch gefunden
für 1,0 g HCl-Pepton 0,1064 g N
„ 0,877 „ freies „ 0,1064 „ „
„ 1,0 „ „ „ 0,1213 „ „

Vergleichende Tabelle der Pepton-Blutproben aus Versuchsreihe No. IV.

No.	Pepton-Blutmischung	Aufenthalt der Mischungen im Brütofen	N-Gehalt in g	
			gefunden für 1 g HCl-Pepton	berechnet für 1 g freies Pepton
I	300 ccm Blut +1 g HCl Pepton	0 Stunden	0,1260 g	0,1436 g
II	„ „	4 „	0,1064 „	0,1213 „
III	„ „	8 „	0,1120 „	0,1277 „
IV	„ „	12 „	0,1120 „	0,1277 „
V	„ „	18 „	0,1176 „	0,1329 „
VI	„ „	24 „	0,1064 „	0,1213 „

Aus dieser Versuchsreihe geht mit Sicherheit hervor, dass das frische defibrinierte Blut ausserhalb des Tierkörpers keinen Einfluss auf das Paal'sche Glutinpepton hat; denn die erhaltenen Werte differieren unter einander so wenig, dass diese Unterschiede allein auf Rechnung der Analyse zu setzen sind.

Da gegen diese Auffassung wohl kaum etwas einzuwenden sein dürfte, so zeigen die oben zusammengestellten Resultate auch gleichzeitig den Grad der Genauigkeit und Sicherheit der angewandten analytischen Methode an. Beim Vergleich mit meinen Stickstoffbestimmungen im Paal'schen Glutinpepton erscheinen die Resultate der Blutversuche ziemlich günstig; denn die Differenz zwischen dem mittleren Wert meiner Peptonanalysen und dem der Stickstoffbestimmungen der Blutversuche beträgt nur 1,64 %. Vielleicht lässt sich bei sehr exacter Ausführung sowohl der Ent-

eiweissung als auch der nachherigen Stickstoffbestimmung dieser Fehler nicht unerheblich verkleinern. Es wäre z. B. schon besser gewesen, wenn ich nicht 25 ccm des Destillats jedes Mal titriert hätte, sondern 50 ccm, da sich dann schon allein die etwaigen Titrationsfehler wesentlich niedriger gestellt hätten.

Tierversuche.

Bei den Tierexperimenten, zu denen ich jetzt übergehe, stellten sich der Anwendung des beschriebenen analytischen Verfahrens noch einige Schwierigkeiten entgegen, deren ich hier Erwähnung thun muss, damit die von mir angegebenen Resultate richtig beurteilt werden können.

Die Aufgabe, welche mir gestellt war, lautete: Einem Tiere (Kaninchen und Hund) wird die Lösung einer bestimmten Menge Paal'schen Peptons in die Blutbahn infundiert, und nach Verlauf gewisser Zeiträume wird das Blut auf seinen Peptongehalt geprüft, entweder indem kleinere Blutproben zur Analyse entnommen werden, oder indem das Tier durch Verbluten getötet und das gesamte Blut zur Peptonbestimmung verwertet wird. Die Analysen sollen ermitteln, ob und in welcher Zeit das Glutinpepton aus dem Blut verschwindet. Falls sich eine rasche Abnahme des Peptongehalts im Blut constatieren lässt, so ist weiterhin der Nachweis zu versuchen, ob das Pepton in die Gewebe und Körpersäfte übergetreten ist.

Bei den ersten Versuchen zeigte es sich, dass man durch einfaches Eröffnen der Carotiden nur einen kleinen Teil der gesamten Blutmenge des Tieres erhält; z. B. erhielt ich auf diese Weise von einem Kaninchen von 1650 g Lebendgewicht nur 30 ccm Blut, während die Gesamtblutmenge, zu $^1/_{14}$ vom Körpergewicht angenommen, fast 120 ccm beträgt. Die Stickstoffbestimmung in dem alkoholischen Extract einer so kleinen Blutprobe lässt sich nicht genau genug ausführen, da bei so kleinen Titerdifferenzen, wie man sie dabei erhält, es sehr schwer ins Gewicht fällt, wenn die Grenze des Farbenumschlages auch nur zwischen 1 und 2 Zehntelkubikcentimetern schwankt. Wird dann ein nicht ganz richtiger Wert auf die Gesamtblutmenge durch Multiplication übertragen, so wächst natürlich der Fehler ganz erheblich. Noch unsicherer stellt sich die Berechnung eines Versuchs, wenn man, wie ich es

auch einige Male gethan habe, zur Herausspülung des Blutes physiologische Kochsalzlösung durch eine Vene infundiert hat. Dann ist natürlich die erhaltene Blutflüssigkeit bedeutend grösser; wie gross aber dann die Beimengung an Kochsalzlösung ist, lässt sich höchstens annäherungsweise schätzen. Es ist deshalb unmöglich, mit einiger Genauigkeit den hierbei für einen Bruchteil der Blutflüssigkeit erhaltenen Wert auf das Gesamtblut umzurechnen. Diese Verhältnisse müssen bei allen derartigen Angaben, also auch bei den meinigen, inbetracht gezogen werden. Ich lasse hier zunächst drei Versuche folgen, bei denen ich nur den Stickstoffgehalt der alkoholischen Extracte von Kaninchenblut zu bestimmen suchte, der eventuell bei den späteren Peptoninjectionen von den dort erhaltenen Werten in Abzug zu bringen wäre. Diese ersten Tierversuche benutzte ich zugleich, um daran die für derartige Experimente erforderliche Technik zu erlernen.

Bestimmung des Stickstoffs im alkoholischen Extract vom Kaninchenblut.

I.

Kaninchen A. Lebendgewicht 1650 g.

Behufs Entnahme des Blutes wurde die A. carotis freigelegt und in dieselbe eine Glaskanüle eingebunden, aus der ich das Blut einfach ausfliessen liess. Das Blut wurde bei fast allen Tierversuchen stets in der gleichen Weise sofort in einem Schüttelcylinder, der eine dem zu entnehmenden Blutquantum gleiche Menge 1,5 $^0/_0$ alkoholischer Chlorzinklösung enthielt, aufgefangen. Dabei konnte ich auch die Beobachtung machen, die schon Abeles mitgeteilt hat, dass das Blut zuerst hellrot wurde beim Contact mit dem Alkohol. Bald aber färbte es sich ebenso, wie früher schon bei der Coagulation des Rinderblutes angegeben, dunkelbraun und coagulierte ebenfalls zu einem ganz dünnflüssigen Brei. Die weitere Verarbeitung geschah bei allen Tierversuchen in derselben Weise wie bei den früheren Versuchen; auch die Stickstoffbestimmung wurde in der gleichen Weise vorgenommen, nur titrierte ich jetzt jedes Mal 50 ccm von dem auf $^1/_2$ Liter aufgefüllten Destillat.

Menge des beim Verbluten des Kaninchens A erhaltenen Blutes . . . . 30 ccm

Endtiter für 50 ccm Destillat 49,2 ccm $^1/_{10}$ Normal-NaOH
Titerdifferenz „ 50 „ „ 0,8 „ „ „
„ „ 500 „ „ 0,8 . 10 „ „ „

0,8 . 10 ccm $^1/_{10}$ Normal-NaOH entsprechen $\frac{0,8 \,.\, 10 \,.\, 14}{10 \,.\, 1000}$
$= 0,0112$ g N.

II.

Kaninchen B. Lebendgewicht 1650 g.

Die Entnahme des Blutes geschah auch aus der A. carotis, doch wurde während des Verblutens durch eine in die V. jugularis externa eingebundene Kanüle physiologische Kochsalzlösung infundiert, sodass die erhaltene Blutmenge als mit dieser gemischt anzusehen ist.

Blutmenge . . . . 80 ccm

Endtiter für 50 ccm Destillat 48,0 ccm $^1/_{10}$ Normal-NaOH
Titerdifferenz „ 50 „ „ 2,0 „ „ „
„ „ 500 „ „ 2,0 . 10 „ „ „

2,0 . 10 ccm $^1/_{10}$ Normal-NaOH entsprechen $\frac{2,0 \,.\, 10 \,.\, 14}{10 \,.\, 1000}$
$= 0,0280$ g N.

III.

Kaninchen C. Lebendgewicht 2200 g.

Während des Verblutens aus der A. carotis wurde durch die V. cruralis Kochsalzlösung infundiert. Nach der Eröffnung fand sich im Herzen sehr wässeriges Blut, so dass die erhaltene Blutmenge als ziemlich reichlich mit Kochsalzlösung versetzt gelten muss.

Blutmenge . . . . 132 ccm

Endtiter für 50 ccm Destillat 44,8 ccm $^1/_{10}$ Normal-NaOH
Titerdifferenz „ 50 „ „ 5,2 „ „ „
„ „ 500 „ „ 5,2 . 10 „ „ „

5,2 . 10 ccm $^1/_{10}$ Normal-NaOH entsprechen $\frac{5,2 \,.\, 10 \,.\, 14}{10 \,.\, 1000}$
$= 0,0728$ g N.

Versuch Nr.	Lebendgewicht des Kaninchens	Menge des erhaltenen reinen Blutes	Menge des erhaltenen Blutes + Kochsalzlösung	N-gehalt des alkoholischen Blutextractes
I.	1650 g	30 ccm	—	0,0112 g
II.	1650 „	—	80 ccm	0,0280 „
III.	2200 „	—	132 „	0,0714 „

Die Versuche I und II geben fast das gleiche Resultat. In dem Versuch II wurde etwas über die doppelte Stickstoffmenge gefunden, entsprechend der mehr als doppelt so grossen Blutmenge, die dabei zur Untersuchung kam. Der dritte Wert ist aber im Vergleich zu den beiden anderen so beträchtlich grösser, dass man Bedenken tragen muss, aus allen 3 Werten einen mittleren Gehalt des Kaninchenbluts an stickstoffhaltigen Extractivstoffen abzuleiten. Gleichwohl differieren die Ergebnisse des Versuchs I und III nicht so sehr, als es auf den ersten Blick scheinen könnte. Angenommen, Kaninchen A habe $^1/_4$ seines Gesamtblutes abgegeben — bei einem Tier von 1650 g Körpergewicht können nach bekannten physiologischen Regeln 120 ccm Blut als normal angesehen werden —, so würde der Stickstoffgehalt im Extract von seinem Gesamtblut $4 . 0{,}0112 = 0{,}0448$ g oder auf 1 Kilogr. Körpergewicht $\frac{0{,}0448}{1{,}650} = 0{,}0271$ g betragen. Beim Kaninchen C, dessen Blut fast ganz durch Kochsalzlösung verdrängt worden war, betrug der Extractivstickstoff des erhaltenen Blutes 0,0714 g oder auf 1 Kilogr. Körpergewicht $\frac{0{,}0714}{2{,}2} = 0{,}0323$ g. Diese Zahlen dürfen vielleicht als approximative Angaben noch inbetracht gezogen werden.

Stickstoffgehalt der Extracte vom Kaninchen- und Hundeblut nach Peptoninfusion; Peptongehalt des Harns und der Extracte aus einzelnen Organen.

Bei der Beurteilung der Resultate, die ich bei den Stickstoffbestimmungen der alkoholischen Blutextracte von den Tieren, denen ich Peptonlösung infundierte, erhalten habe, drängen sich die gleichen Erwägungen auf wie bei den vorher erwähnten Kochsalzinfusionen.

9

Durch die Peptoninfusion, deren Menge zwischen 40—100 ccm schwankte, wird natürlich das Blut bedeutend wasserreicher, so dass auch die erhaltenen Blutportionen bezüglich ihrer Concentration unter einander ziemlich stark differieren dürften.

Was die Technik der Versuche anbelangt, so bemerke ich noch, dass als Infusionsstelle in den meisten Fällen die V. jugularis, einige Male auch die V. cruralis diente. Bei den Infusionen von der Jugularis aus stellte es sich als ein Uebelstand heraus, dass die Peptonlösung, wenn sie, rasch infundiert, auf so kurzem Wege in das Herz gelangte, dort in der Regel Störungen hervorrief. Infusionen in die V. cruralis boten dagegen fast niemals irgendwelche Gefahren, was sich leicht daraus erklärt, dass sich die Peptonlösung auf dem langen Wege von der Schenkelvene bis zum Herzen schon mehr mit Blut gemischt hatte.

Natürlich war es nicht angängig, das stark sauer reagierende salzsaure Salz direkt in die Blutbahn zu bringen. Ich versuchte deshalb zuerst nach der von Paal[1]) angegebenen Methode mittelst Silbersulfat salzsäurefreies Pepton herzustellen. Mit solchem reinen Glutinpepton sind die ersten beiden Kaninchenversuche ausgeführt. Zum Vergleich zog ich auch das ziemlich reine Grübler'sche Pepton (Pepton. sicc. alcohole praecipitat.) heran und führte damit die Versuche III—VI aus, während in allen späteren Versuchen wieder Paal'sches Glutinpepton verwandt wurde, bei dem die Salzsäure einfach durch Zusatz von Natronlauge bis zur schwach alkalischen Reaktion unschädlich gemacht worden war.

Ich gehe jetzt zu den ersten 4 Versuchen über, in denen ich von den alkoholischen Blutextracten Stickstoffbestimmungen machte. Bei den ersten Versuchen verwandte ich nur kleinere Mengen von salzsäurefreiem Glutinpepton, während ich in den beiden nächsten fast die vierfache Menge von Grübler'schem Pepton infundierte. In allen vier Versuchen wurde die Infusion vortrefflich von den Tieren vertragen. Es zeigten sich zwar einige Male eine ziemlich starke Vertiefung und Verlangsamung der Atemzüge, die aber sehr bald vorüberging, sodass die Tiere wieder vollkommen normal erschienen.

---

1) Loc. cit., p. 1230.

I.

I. Kaninchen D. Lebendgewicht 2320 g.

Peptonmenge ca. 1,4 g reines salzsäurefreies Glutinpepton, gelöst in 35 ccm physiologischer Kochsalzlösung.

Dauer der Infusion 10 Minuten.

Entnahme des Gesamtblutes 15—20 Minuten nach vollendeter Infusion aus der Carotis.

Menge des erhaltenen Blutes 51 ccm.

Alkoholisches Blutextract: Keine deutliche Biuretreaction.

Stickstoffbestimmung:

Endtiter für	50 ccm	Destillat	48,9	ccm	$^1/_{10}$ Normal-NaOH
Titerdifferenz „	50 „	„	1,1	„	„ „
„ „	500 „	„	1,1.10	„	„ „

1,1.10 ccm $^1/_{10}$ Normal-NaOH entsprechen $\frac{1,1 . 10 . 14}{10 . 1000} = 0,0154$ g N.

Die Harnblase ist prall gefüllt mit einem stark alkalischen Harn, der ein sehr dickes, unter dem Mikroscop amorph erscheinendes Sediment von anorganischen Salzen enthält, die bei Zusatz von HCl unter reichlicher Gasentwicklung sich völlig auflösen. Der Harn zeigt die Biuretreaction nicht deutlich, da er sehr stark gefärbt ist.

II.

Kaninchen E. Lebendgewicht 1600 g.

Peptonmenge ebenso gross wie in Versuch I. Doch wurde die Alkalescenz der Lösung zuvor durch Zusatz von HCl bis fast zur neutralen Reaction abgestumpft.

Dauer der Infusion 8 Minuten.

Entnahme des Gesamtblutes ca. 20 Minuten nach vollendeter Infusion durch direktes Eröffnen beider Carotiden mittelst Durchschneidung der Weichteile des Halses. Ein Teil des Blutes ging verloren.

Menge des erhaltenen Blutes 23 ccm.

Alkoholisches Blutextract: Keine deutliche Biuretreaction.

Stickstoffbestimmung:

Endtiter für	50 ccm	Destillat	48,8	ccm	$^1/_{10}$ Normal-NaOH
Titerdifferenz „	50 „	„	1,2	„	„ „
„ „	500 „	„	1,2.10	„	„ „

1,2.10 ccm $^1/_{10}$ Normal-NaOH entsprechen $\frac{1,2 . 10 . 14}{10 . 1000} = 0,0168$ g N.

Die Harnblase ist prall mit völlig klarem Urin gefüllt, der nicht weiter untersucht wurde.

III.

Kaninchen F. Lebendgewicht 3000 g.

Peptonmenge: 4 g Pepton Grübler.

Die Entnahme des Gesamtblutes geschah aus der Carotis, während gleichzeitig von der Jugularis aus noch eine geringe Menge physiologischer Kochsalzlösung infundiert wurde.

Während der Peptoninfusion sowohl als während der Blutentnahme gingen geringe Mengen von der Peptonlösung und dem Blute verloren.

Menge des erhaltenen Blutes 145 ccm.

Alkoholisches Blutextract zeigt deutliche Biuretreaction.

Stickstoffbestimmung:

Endtiter für	50	ccm	Destillat	42,3	ccm $^1/_{10}$	Normal-NaOH
Titerdifferenz „	50	„	„	7,7	„ „	„
„ „	500	„	„	7,7 . 10 „	„	„

$$7,7 . 10 \text{ ccm } ^1/_{10} \text{ Normal-NaOH entsprechen } \frac{7,7 . 10 . 14}{10 . 1000} = 0,1078 \text{ g N.}$$

Der Harn wurde nicht untersucht.

IV.

Kaninchen G. Lebendgewicht 2900 g.

Peptonmenge ebenso gross wie in Versuch III.

Die Infusion der Peptonlösung geschah in die V. cruralis, während in den vorhergehenden Versuchen dazu die V. jugularis externa benutzt worden war.

Entnahme des Gesamtblutes nach ca. 10 Minuten aus der A. carotis wie früher; doch wurde dies Mal keine Kochsalzlösung nachgespült.

Menge des erhaltenen Blutes 97 ccm.

Alkoholisches Blutextract zeigt deutliche Biuretreaction.

Stickstoffbestimmung:

Endtiter für	50	ccm	Destillat	46,0	ccm $^1/_{10}$	Normal-NaOH
Titerdifferenz „	50	„	„	4,0	„ „	„
„ „	500	„	„	4,0 . 10 „	„	„

$$4,0 . 10 \text{ ccm } ^1/_{10} \text{ Normal-NaOH entsprechen } \frac{4,0 . 10 . 14}{10 . 1000} = 0,0560 \text{ g N.}$$

Der Harn wurde nicht untersucht.

In der folgenden Tabelle ist das Ergebnis dieser vier Versuche übersichtlich zusammengestellt.

Versuch Nr.	Lebendgewicht des Kaninchens	Pepton-Menge	Dauer der Infusion	Entnahme des Blutes nach Vollendung der Infusion nach	Blutmenge	Biuretreaction des alkoholischen Blutextractes	Stickstoffgehalt des alkoholischen Blutextractes
I.	2320 g	c. 1,4 g (Paal)	10 Min.	15—20 Min.	51 ccm	Nicht deutlich	0,0154 g
II.	1600 „	„	8 „	ca. 20 „	23 „	„	0,0168 „
III.	3000 „	4 g (Grübler)	c. 15 „	„ 10 „	145 „ + Kochsalzlösung	deutlich	0,1078 „
IV.	2900 „	„	15 „	„ 10 „	97 „	„	0,0560 „

Aus diesen Zahlen geht mit Sicherheit hervor, dass bei Entnahme des Blutes das injicierte Pepton zum allergrössten Teil schon aus dem Blut verschwunden oder doch in unveränderter Gestalt nicht mehr in demselben vorhanden war. Denn die so kleinen Werte in Versuch I und II, welche in keinem Falle auch bei der Umrechnung auf die annähernd zu schätzende Gesamtblutmenge den Stickstoffgehalt eines Grammes Pepton erreichen, sondern ganz beträchtlich darunter bleiben, sind wohl überhaupt nicht oder nur zum allerkleinsten Teil durch die Anwesenheit von Pepton bedingt; sie geben vielmehr nur den Stickstoffgehalt des peptonfreien alkoholischen Blutextractes an, wie auch der Vergleich mit den frühern Resultaten der Untersuchungen des Kaninchenblutes schliessen lässt. In den Versuchen III und IV, bei denen durch die Biuretreaction sich noch die Anwesenheit von Pepton nachweisen liess, rührt aber auch nur ein Teil des gefundenen Stickstoffs von Pepton her, und da von den Kaninchen F. und G. etwa die Hälfte des Gesamtblutes zur Untersuchung gelangte und trotzdem viel weniger Stickstoff gefunden wurde, als 1 g Pepton, d. i. dem vierten Teil der einverleibten Menge entspricht, so ist auch hier als erwiesen zu betrachten, dass der grösste Teil des infundierten Peptons im Verlauf von 10 Minuten aus der Blutbahn verschwunden war.

Es geht also aus diesen Versuchen klar hervor, dass schon nach kurzer Zeit selbst grössere Peptonmengen, die in die Blutbahn gebracht werden, aus derselben verschwinden. Sobald ich diese Einsicht gewonnen hatte, konnte

mir weniger daran liegen, dieses Verschwinden in seinem zeitlichen Verlauf quantitativ zu verfolgen, als über das Schicksal des Peptons etwas zu erfahren. Es genügte mittelst der Biuretreaction sich zu vergewissern, ob in einem Blutextract Pepton noch vorhanden sei oder nicht. Ich gab deshalb bei den späteren Versuchen die Stickstoffbestimmungen der Blutextracte auf und beschränkte mich allein auf den qualitativen Nachweis des Peptons, während ich mich jetzt dazu wandte, zu untersuchen, wo das aus dem Blut verschwundene Pepton geblieben sei. Wenn man die Hypothese von Schmidt-Mühlheim noch gelten lässt, so musste ich erwarten, dass sich das Pepton in den einzelnen Organen aufspeicherte, um dann allmählich entweder in Eiweiss regeneriert oder bei den Lebensprozessen dieser Organe verbrannt zu werden.

Die daraufhin unternommenen Untersuchungen der Organe waren fast immer von negativem Resultate. Ich prüfte die Leber, grössere Muskelmassen und die Nieren. Alle diese Organe wurden sofort nach der Herausnahme aus dem Körper mit dem Wiegemesser zerkleinert und dann in einem Mörser mit alkoholischer Chlorzinklösung übergossen und stark durchgerieben. Der Brei blieb meist über Nacht stehen. Dann wurde abfiltriert, der Rückstand nochmals mit Wasser tüchtig durchgeknetet und ebenfalls aufs Filter geworfen. Meistens wurden der alkoholische und der wässerige Auszug getrennt weiter geprüft. Es konnte sich hierbei selbstverständlich auch nur um den qualitativen Peptonnachweis mittelst der Biuretreaction handeln. Bei der Untersuchung der Leber fand ich nur einige Male äusserst schwache und auch nicht absolut sichere Biuretreaction. Ich bemerke hier ausserdem, dass die alkoholischen und auch die wässerigen Leberextracte stets ziemlich stark milchig getrübt waren. Beim Eindampfen färbten sie sich zumeist dunkel, so dass die Beobachtung der Farbenreaction beträchtlich erschwert wurde.

Von den Muskeln kam in der Regel die Muskulatur des Oberschenkels und der Hüfte zur Untersuchung. Pepton war nie mit absoluter Sicherheit nachzuweisen. Da aber das verwendete Material nur einen kleinen Teil des gesamten Muskelapparates ausmachte, so werden die Angaben hierüber vielleicht bei Verarbeitung grösserer Muskelmassen etwas zu modificieren sein.

Die Nierenextracte gaben in einigen Fällen deutliche Biuret-

reaction, die aber wohl zum grössten Teil auf den Peptongehalt des Harnes zu beziehen ist, der sich stets in der Niere findet.

Mit dem Harn, auf dessen Untersuchung ich in den spätern Tierversuchen vor allem mein Augenmerk richtete, erhielt ich stets sehr starke Biuretreaction. Die Harnsecretion war in fast keinem Fall sistiert, was Schmidt-Mühlheim bei einigen seiner Versuche angiebt, vielmehr wurden in einigen Fällen sogar ganz enorme Mengen entleert, was ja auch bei dem durch die Infusion beträchtlich erhöhten Wassergehalt des Blutes ganz erklärlich ist. Die Versuche stellten sich im einzelnen folgendermassen dar:

V.

Kaninchen H. Lebendgewicht 1850 g.

Peptonmenge: 6,0 g Pepton Grübler, gelöst in 60 ccm physiologischer Kochsalzlösung. Infusion in die V. jugularis. Das Tier wurde infolge überhasteten Infundierens nach einigen Minuten stark dyspnoisch und starb, nachdem fast die ganze Peptonmenge eingelaufen war, 4 Minuten nach Eintritt der Dyspnoe. Bei der sofort vorgenommenen Obduction zeigte sich das Herz prall gefüllt mit dunkelrotem Blute, das nur langsam gerann. Das Blut aus den grossen Gefässen und dem Herzen wird aufgefangen und in der bekannten Weise auf Pepton untersucht.

Das alkoholische Blutextract zeigt deutliche Biuretreaction.

Die Harnblase ist leer.

Die Nieren werden in der oben angegebenen Weise behandelt. Sowohl das alkoholische als auch das wässerige Nierenextract zeigt deutliche Biuretreaction.

VI.

Kaninchen I. Lebendgewicht 1920 g.

Peptonmenge: 6,0 g Pepton Grübler, in 60,0 ccm physiologischer Kochsalzlösung gelöst. Die Infusion in die V. cruralis dauert 11 Minuten. Dabei scheint das Tier in tiefe Narkose zu geraten. Die Atmung ist jedoch nach Vollendung der Infusion völlig gleichmässig. Nach weiteren 25 Minuten Entnahme von 18 ccm Blut. (Blutprobe I.)

Diese Blutentziehung vertrug das Kaninchen anscheinend ganz gut; Puls und Atmung blieben regelmässig. Aber nach Verlauf von 30 Minuten, während welcher Zeit das Tier unbeaufsichtigt gelassen wurde, fand ich es tot.

Sofort wurde die Section vorgenommen und aus dem Herzen und den grossen Gefässen noch 40 ccm flüssiges Blut erhalten. (Blutprobe II.)

Das Tier hatte bald nach Vollendung der Infusion Harn gelassen. (Harn I.) Nach dem Tode fand sich die Blase wieder prall gefüllt. (Harn II.)

Blutprobe I: deutliche Biuretreaction.
" II: " "

Harn I und II zeigen sehr reichliches Sediment, das bei Zusatz von Salzsäure unter starker Gasentwicklung sich völlig auflöst. Die Biuretreaction fällt nicht deutlich aus, da der Harn sehr dunkel ist. Die Entfärbung wurde mit Tierkohle vorgenommen, aber auch jetzt bleibt die Reaction undeutlich, vielleicht weil in der Tierkohle mit den Farbstoffen auch das Pepton zurückgehalten worden ist.

Nieren: Das alkoholische und das wässerige Extract zeigen deutliche Biuretreaction.

VII.

Kaninchen K. Lebendgewicht 1990 g.

Peptonmenge: 7,0 g Paal'sches Glutinpepton, dessen Lösung mit Natronlauge bis zur schwach alkalischen Reaction versetzt ist. Volumen der Lösung 65 ccm. Die Infusion in die V. jugularis dauert 15 Minuten. Entnahme der ersten Blutprobe 20 Minuten nach Vollendung der Infusion; Blutmenge 17 ccm. Entnahme des Gesamtblutes nach weitern 20 Minuten; Blutmenge 60 ccm.

Sofort nach Vollendung der Infusion lässt das Kaninchen Harn (Harn I); im weiteren Verlauf des Versuchs wird noch viel Harn entleert. (Harn II.) Nach Eröffnung der Bauchhöhle findet sich die Blase prall gefüllt. (Harn III.)

Blutprobe I: Keine deutliche Biuretreaction.
" II: " " " "

Der Harn ist absolut klar und ganz hell. Menge des Gesamtharnes ca. 100 ccm.

Harn I: Deutliche Biuretreaction, die noch schöner hervortritt, wenn die Harnfarbstoffe durch basisch essigsaures Blei gefällt werden.

Harn II: Sehr deutliche und starke Biuretreaction.

Harn III: Deutliche Biuretreaction.

Die Nierenextracte zeigen, selbst nachdem sie auf ein ziemlich kleines Volumen eingedampft sind, keine Biuretreaction.

Bei dem Leberextract ist die vorher schon erwähnte milchige Trübung für die Beurteilung der Biuretreaction etwas störend. Beim Eindampfen wird die ganze Lösung dunkelbraun. Auch die durch Bleiessig von der störenden Farbe befreiten Proben zeigen keine Biuretreaction.

VIII.

Kaninchen L. Lebendgewicht 2700 g.

Peptonmenge: 8,0 g neutralisiertes Paal'sches Glutinpepton, gelöst in 70 ccm Wasser.

Während der Infusion in die V. jugularis wurde das Tier stark dyspnoisch, die Atemzüge wurden sehr vertieft und selten (6 in der Minute); die Herzaktion war dabei regelmässig, nur etwas verlangsamt. Infolge dieser drohenden Erscheinungen unterbrach ich nach 15 Minuten die Infusion, nachdem ungefähr 50 ccm der Peptonlösung eingelaufen waren. Nach einiger Zeit erholte sich das Tier wieder vollkommen; doch wurde der Rest der Peptonlösung nicht mehr infundiert. Die Entnahme der ersten Blutprobe aus der Carotis erfolgte ca. 20 Minuten nach Unterbrechung der Infusion, die des Gesamtblutes nach weiteren 25 Minuten, so dass vom Beginn der Infusion bis zur völligen Verblutung reichlich eine Stunde vergangen war.

Der Harn wurde kurz vor der Vollendung der Verblutung teils spontan entleert, teils durch Druck aufs Abdomen ausgepresst.

Blutprobe I: Die alkoholischen und wässerigen Extracte werden zusammengegeben, auf ein kleines Volumen eingedampft und zeigen dann deutliche Biuretreaction.

Blutprobe II: Nach dem Eindampfen der vereinigten alkoholischen und wässerigen Extracte deutliche Biuretreaction.

Der Harn ist stark alkalisch, liefert ein reichliches Sediment und ist von dunkler Farbe. Seine Menge beträgt 45 ccm. Er zeigt die Biuretreaction sehr deutlich, die nach der Ausfällung der Harnfarbstoffe mittels Bleizucker noch schöner hervortritt.

Die Nierenextracte zeigen schwache Biuretreaction.

Die alkoholischen und vor allem die wässerigen Extracte von Leber und Muskeln geben uneingedampft ziemlich deutliche aber schwache Biuretreaction. Beim Eindampfen scheidet sich stets ein

flockiger Niederschlag aus; nach dem Abfiltrieren desselben ist die Reaction entweder ganz verschwunden oder bedeutend schwächer geworden. Der Peptongehalt dieser Organe kann daher nur minimal sein.

IX.

Hund A. Lebendgewicht 3950 g.

Peptonmenge: 12 g Paal'sches Glutinpepton, gelöst in 80 ccm Wasser. Die infundierte Lösung war trotz vorhergegangener Neutralisation schwach sauer, wie sich bei der Prüfung nach der Infusion herausstellte. Am Tage vor dem Versuch hatte ich die Lösung bis zur schwach alkalischen Reaction mit Natronlauge versetzt. Dass am folgenden Tage wieder sauere Reaction hervortrat, findet darin seine Erklärung, dass die an das Pepton sehr fest gebundene Salzsäure nur allmählich sich mit zugefügtem Alkali vereinigt, und dass dann nach Ueberführung des Alkalis in neutral reagierendes Chlorid die saure Reaction eines Restes von Glutinpeptonchlorhydrat wieder zur Geltung kommt.

Während der Infusion in die V. cruralis traten bei dem Hund starke Krämpfe auf, der Puls war beschleunigt und unregelmässig. Die Atmung vertieft und stockend. Schliesslich blieb die Atmung völlig aus, während der Puls noch gut war. Trotz künstlicher Atmung, die ich durch rhythmische Compression des Thorax einleitete, wurde schliesslich auch der Puls unfühlbar, und das Tier starb, nachdem etwa $^2/_3$ der ganzen Peptonmenge eingelaufen waren. Die Dauer der Infusion betrug 15 Minuten. Beim Eintritt der bedrohlichen Erscheinungen wurde sie abgebrochen. Der Tod des Tieres trat erst nach weiteren 15 Minuten ein.

Die Obduction des Cadavers wurde sofort vorgenommen und das Blut aus dem Herzen und den grossen Gefässen aufgefangen. Die Harnblase war prall gefüllt.

Blutmenge 130 ccm.

Blutextract zeigt deutliche und starke Biuretreaction.

Der Harn ist klar und hell, reagiert schwach alkalisch. Er zeigt deutliche, aber schwache Biuretreaction.

Die Nierenextracte zeigen nach dem Eindampfen auch schwache Biuretreaction.

Die Leber- und Muskelextracte verhalten sich, wie beim vorigen Versuch angegeben; deutliche Biuretreaction zeigen sie nicht.

X.

Hund B. Lebendgewicht 5000 g.

Peptonmenge: 10 g Paal'sches Pepton, in 70 ccm Wasser gelöst, schwach alkalisch.

Die Infusion in die V. cruralis ging gut von statten und dauerte im ganzen 25 Minuten. Schon nach kurzer Zeit trat ein soporöser Zustand ein, während dessen behufs anderweitiger Versuche die Exstirpation der Schilddrüsen vorgenommen wurde. Infolge dieses Eingriffes, der noch vor Beendigung der Infusion vollendet war, erwachte der Hund wieder, zeigte aber keine Störung der Atmung und des Pulses.

Das während der Schilddrüsenexstirpation vergossene und aufgefangene Blut (20 ccm) zeigte deutlich eine Abnahme der Gerinnungsfähigkeit. (Blutprobe I.) 5 Minuten nach Vollendung der Infusion wurden 25 ccm Blut aus der Carotis entnommen (Blutprobe II) und sogleich ca. 40 ccm physiologischer Kochsalzlösung von der V. cruralis aus infundiert. Nach Verlauf von weiteren 20 Minuten, während welcher der Hund keine auffallende Erscheinungen darbot, wurde das Gesamtblut durch Verblutung entzogen. (Blutprobe III, Menge 200 ccm.) Die Verblutung währte etwa 15 Minuten. Sofort nach Vollendung der Peptoninfusion liess das Tier spontan Harn (Harn I), nach 10 Minuten wiederum (Harn II), ebenso während des Verblutens (Harn III) und schliesslich noch kurz vor dem Tode (Harn IV).

Extract von Blutprobe I: Deutliche Biuretreaction.

Extract von Blutprobe II: Deutliche Biuretreaction, stärker als in I.

Extract von Blutprobe III: Erst nach dem Eindampfen des ziemlich voluminösen Extractes zeigt sich eine deutliche, aber sehr schwache Biuretreaction.

Das Nierenextract ist etwas bräunlich gefärbt und zeigt die Biuretreaction nicht deutlich. In den Leber- und Muskelextracten fällt auch nach dem Eindampfen die Reaction negativ aus.

Der Harn ist völlig klar und hell, nur die Probe IV durch Kot etwas verunreinigt. Gesamtmenge 240 ccm.

I. Probe: Deutliche und starke Biuretreaction.
II. „ „ „ „ „
III. „ „ „ „ „
IV. „ „ Biuretreaction, aber viel schwächer als in den Harnen I—III.

Aus diesen Versuchen geht mit absoluter Sicherheit hervor, dass nach kurzer Zeit selbst ganz beträchtliche Peptonmengen aus der Blutbahn, in die sie künstlich hineingebracht sind, verschwinden, und zwar um so schneller, je ungestörter die Harnsecretion von statten geht. Das beweist ausser dem letzten noch der Versuch VII und X, wo 40 Minuten nach Beendigung der Infusion sich fast gar kein Pepton im Blute mehr nachweisen liess, während der Harn einen ganz beträchtlichen Peptongehalt durch die Stärke der Biuretreaction zu erkennen gab. Die Organextracte zeigten in diesen Fällen keine oder doch nur sehr schwache Biuretreaction.

Der ganze Verlauf der Tierversuche, bei denen durch reichliche Harnausscheidung eine Entfernung des Peptons, resp. der infundierten grossen Flüssigkeitsmenge stattfand, war ein ungestörter. Die Tiere zeigten fast gar keine Anomalien bezüglich der Atmungs- und Herzthätigkeit. Hieher sind zu zählen die Versuche VII, X und auch VI. In diesem letzten kann ich den unerwarteten Tod des Kaninchens nicht auf Schädigungen, die es durch die Peptoninfusion erlitten hat, schieben, sondern glaube vielmehr, dass es die Entziehung von 18 ccm Blut nicht hat vertragen können.

Der Tod des Kaninchens H erklärt sich zwanglos aus dem infolge zu schnellen Infundierens bei gleichzeitiger völliger Anurie colossal gesteigerten Blutdruck, der vielleicht eine Gehirnhämorrhagie oder Herzlähmung herbeiführte.

Dass wirklich die Blutdrucksteigerung die Ursache der eingetretenen Atmungs- und Pulsstörungen, resp. des Todes in dem einen Fall gewesen ist, dafür spricht auch der Versuch VIII. In diesem traten ebenfalls infolge zu schnellen Infundierens bei anfangs entschieden stockender Harnsecretion starke dyspnoische Beschwerden auf, die nach Unterbrechung der Infusion bald vollkommen schwanden. Der Tod des Hundes A in Versuch IX ist einzig und allein durch den Salzsäuregehalt der Peptonlösung, bei welcher eine nochmalige Prüfung der Reaction kurz vor der Infusion leider versäumt worden war, herbeigeführt.

Es lassen sich also die Todesfälle bei meinen Tierversuchen leicht erklären. Die Ursachen liegen in den angegebenen experimentellen Fehlern — überhastete Infusion von der V. jugularis

aus, Entnahme zu grosser Blutproben, Infusion saurer Peptonlösungen —, die in Zukunft, nachdem einmal darauf hingewiesen ist, bei ähnlichen Versuchen leicht zu vermeiden sein werden. Von einer toxischen Wirkung des Paal'schen Glutinpeptons kann keine Rede sein, wenn Kaninchen 7 g und kleinere Hunde bis zu 20 g von diesem Präparat intravenös aufnehmen können, ohne dass schwere Intoxicationserscheinungen auftreten. Die Ungiftigkeit dieses Peptons ist überdies schon festgestellt worden durch eine im hiesigen physiologischen Institut ausgeführte Experimentaluntersuchung von O. Maerkel[1]), deren Ergebnis sich dahin zusammenfassen lässt, dass überhaupt reine Peptone keine Giftstoffe sind.

Auf Grund meiner Versuche muss ich die Ansicht Hofmeister's, der sich Neumeister später vollkommen anschloss, auch für das Leimpepton als zutreffend anerkennen: auch das Leimpepton ist, wenn es künstlich in die Blutbahn gebracht wird, den Fremdkörpern in derselben zuzuzählen und wird, ebenfalls gleich den Fremdkörpern, möglichst schnell wieder ausgestossen. Der Weg, auf dem dies geschieht, ist wohl hauptsächlich die Ausscheidung durch die Nieren. Ob dieser aber der einzige ist, und ob überhaupt die gesamte zugeführte Leimpeptonmenge ausgeschieden wird, das klarzustellen würde den Rahmen dieser Arbeit weit überschritten haben. Nur darüber suchte ich noch Aufschluss zu gewinnen, wie gross ungefähr die Peptonmenge sei, die während eines Versuches von annähernd derselben Dauer wie die bisher ausgeführten Tierversuche im Harn wieder erscheint. Ich infundierte deshalb eine sehr grosse Menge Paal'schen Glutinpeptons einem mittelgrossen Hunde und bestimmte dann quantitativ den Stickstoff im Blutextract, um ungefähr berechnen zu können, wie viel Pepton bis zur Entnahme des Gesamtblutes noch im Blut zurückgeblieben sei; ferner suchte ich aus dem Harn das Pepton zu isolieren und durch Ermittelung des Stickstoffgehalts quantitativ zu bestimmen.

Der Versuch verlief folgendermassen:

---

1) O. Maerkel, Zur Kenntnis der Giftwirkung der Peptone. Inaug.-Diss. Erlangen 1891.



XI.

Hund C. Lebendgewicht 9100 g.

Peptonmenge: 20 g Paal'sches Glutinpepton, gelöst in 100 ccm Wasser; Lösung durch Natronlauge schwach alkalisch gemacht.

Die Infusion geschah von der V. cruralis aus und dauerte 35 Minuten. Sie verlief ohne jede Störung von seiten des Tieres.

Vor der Infusion wurden 18 ccm Blut aus der A. carotis entnommen (Blutprobe I), 4 Minuten nach Vollendung derselben 25 ccm (Blutprobe II). Nach weiteren 15 Minuten wurde das Tier durch Verbluten getötet. Dauer des Verblutens 17 Minuten. Während desselben wurden noch ca. 150 ccm physiologischer Kochsalzlösung von der V. cruralis aus infundiert. Menge des erhaltenen Blutes 550 ccm (Blutprobe III). Während des ganzen Versuches liess der Hund keinen Harn. Bei der Section zeigte sich die Blase prall gefüllt.

Zur Untersuchung werden ausser Blutproben und Harn auch noch genommen die Nieren, die Leber und die Muskulatur eines Oberschenkels mit Hüfte.

Blutprobe I: Keine Biuretreaction.
" II: Deutliche Biuretreaction.
" III: " "

Die Blutproben II und III zeigen bei der Prüfung sowohl mit Kupfersulfat und Natronlauge als auch mit Nylander's Reagens eine deutliche Vermehrung der reducierenden Substanzen (Zucker?) gegenüber der vor der Infusion entnommenen Blutprobe I.

Die vereinigten Nierenextracte geben nach dem Einengen äusserst schwache Biuretreaction.

Die Leber- und Muskelextracte lassen keine Biuretreaction erkennen, auch nachdem sie auf ein kleines Volum eingeengt sind.

Der Harn, dessen Menge 95 ccm beträgt, ist schwach sauer, sehr wenig getrübt und zeigt sehr starke Biuretreaction.

Bestimmung des Stickstoffs in den Blutextracten II und III nach Kjeldahl-Argutinsky:

Die gesamten alkoholischen und wässerigen Extracte aus den Blutproben II und III werden zusammengegeben und völlig eingedampft und in dem Rückstand der Stickstoff nach Kjeldahl-Argutinsky bestimmt.

Endtiter	für	50	ccm	Destillat	31,6	ccm	$^1/_{10}$	Normal-NaOH	
Titerdifferenz	„	50	„	„	18,4	„	„	„	„
„	„	500	„	„	18,4 . 10	„	„	„	„

18,4 . 10 ccm $^1/_{10}$ Normal-NaOH entsprechen $\frac{18{,}4 . 10 . 14}{10 . 1000} = 0{,}2576$ g N.

Es würde falsch sein, wollte man diese 0,2576 g Stickstoff auf Pepton umrechnen, da dann die normalen stickstoffhaltigen Extractivstoffe des Blutes ganz ausser Acht blieben. Aber selbst wenn man diese viel zu weit gehende Annahme zuliesse, so würden sich entsprechend den 0,2576 g Stickstoff nur etwa 2 g Pepton als der in dem analysierten Blutquantum noch verbliebene Anteil der ganzen infundierten Peptonmenge ergeben; und da etwa nur $^2/_3$ des Gesamtblutes zur Untersuchung kamen, so wäre für das im Körper des Hundes zurückgebliebene Blut ausserdem noch 1 g Pepton in Anrechnung zu bringen. Das Gesamtblut hat somit zur Zeit der Verblutung höchstens noch 3 g Pepton enthalten, oder es sind von den infundierten 20 g Pepton mindestens 17 g während der kurzen Versuchszeit aus der Blutbahn verschwunden.

Aus dem Harn versuchte ich das Pepton auf folgende Weise wieder zu gewinnen: Da das salzsäurefreie Glutinpepton in starkem Alkohol sehr wenig löslich ist, so wird der mit Natronlauge stark alkalisch gemachte Harn völlig eingedampft und der Rückstand mit Alkohol übergossen und verrieben zur Lösung des Harnstoffs, Kreatinins und der übrigen alkohollöslichen Harnbestandteile; die nach dem Abgiessen des Alkohols zurückbleibende syrupöse Masse enthält das Pepton. Eine nicht unbeträchtliche Menge des Peptons ist aber in das alkoholische Extract eingegangen, wie die ziemlich starke Biuretreaction des Extractes beweist. Das alkoholische Extract wird daher zur Trockne gebracht und der Rückstand nochmals mit starkem Alkohol behandelt. Was sich dabei nicht löst, ist Pepton und wird mit der syrupösen Masse, welche die Hauptmenge des Peptons enthält, vereinigt. Die alkoholische Flüssigkeit zeigt jedoch auch jetzt immer noch schwache Biuretreaction; sie wird deshalb auf dem Wasserbade eingedampft und der Rückstand zum dritten Mal mit starkem Alkohol verrieben, unter Zusatz von etwas Äther, der die Abtrennung des Peptons begünstigt. Der alkoholische Auszug

zeigt nunmehr nur eine äusserst schwache Biuretreaction, so dass von einer Wiederholung der Peptonabtrennung abgesehen werden kann.

Die vereinigten alkoholunlöslichen Rückstände stellen eine bräunlich schmierige Masse dar, sie bestehen aus freiem Pepton, anorganischen Harnsalzen, Harnsäure und Uraten. Die Masse wird mit einer geringen Menge Wasser und einigen Kubikcentimetern conc. Salzsäure übergossen zur Überführung des Peptons in das Chlorhydrat, das in Alkohol ja so leicht löslich ist. Bei Zusatz von Alkohol fallen jetzt die anorganischen Harnsalze, Harnsäure und Urate aus, während das HCl-Pepton in Lösung bleibt. Es wird filtriert und der Filterrückstand so lange mit Alkohol ausgewaschen, bis er ein fast weisses, körniges Pulver darstellt; trotzdem gibt eine Probe dieses Pulvers, in Wasser gelöst, noch schwache Biuretreaction, es sind also geringe Peptonmengen auf dem Filter zurückgehalten worden.

Das Filtrat, d. i. die alkoholische Peptonchlorhydratlösung, wird völlig eingedampft, zum Zwecke der Stickstoffbestimmung in conc. Phosphor-Schwefelsäure gelöst und auf 50 ccm damit aufgefüllt; davon werden 10 ccm, also der fünfte Teil, abgenommen, wiederum zu 25 ccm mit conc. Phosphor-Schwefelsäure aufgefüllt und der weitern Behandlung nach Kjeldahl-Argutinsky unterworfen. Es werden zwei Bestimmungen in gleicher Weise ausgeführt, die also beide $^1/_5$ des Gesamtstickstoffs ergeben müssen.

Endtiter für 50 ccm Destillat, aus beiden Destillaten im Mittel 42,7 ccm $^1/_{10}$ Normal-NaOH
Titerdifferenz für 50 ccm Destillat 7,3 „ „ „ „
„ „ 500 „ „ 7,3.10 „ „ „ „

7,3.10 ccm $^1/_{10}$ Normal-NaOH entsprechen $\frac{7,3 \, . \, 10 \, . \, 14}{10 \, . \, 1000}$ g N.

Dies ergibt für die Gesamtmenge des wiedergewonnenen HCl-Peptons $\frac{5 \, . \, 7,3 \, . \, 10 \, . \, 14}{10 \, . \, 1000} = 0{,}5110$ g N.

Der Peptongehalt des Harns beträgt hiernach rund 4 g.

Im Blut und Harn konnten also im ganzen 6—7 g Pepton nachgewiesen werden, d. h. höchstens ein Drittel von der infundierten Menge. Wenn auch meine Methode der Wiedergewinnung des Peptons aus dem Harn recht mangelhaft ist, so steht doch fest, dass die Hauptmenge des Peptons in dem letzten alkoholisch-salzsauren Extract vorhanden war, also auch zur Stickstoffbestim-

mung kam. Aus dem Blute, von dem ich sicher $^2/_3$ der Gesamtmenge zur Untersuchung brachte, konnte ich noch nicht 2 g Pepton wieder erhalten. Es bleibt deshalb vorläufig unerwiesen, wo der übrige, bei weitem grössere Teil des infundierten Peptons zu suchen und was aus ihm geworden ist. Höchst wahrscheinlich tritt es gleichmässig in alle Gewebe des Körpers über. Die Untersuchungen von Leber und Muskel haben freilich kein befriedigendes Resultat ergeben. Das kann nicht recht Wunder nehmen; denn die untersuchten Massen stellen einen so geringen Bruchteil vom Gesamtkörper dar, dass sich in ihnen bei gleichmässiger Verteilung des Peptons über den ganzen Körper nur sehr minimale Peptonmengen befinden können, bei denen auch der qualitative Nachweis nicht immer gelingt.

Es ist anzunehmen, dass der Körper sich im Laufe eines gewissen Zeitraumes des gesamten in die Blutbahn gebrachten Peptons wieder entledigt. In welcher Zeit und auf welchen Wegen dies geschieht, ob die Ausscheidung allein durch die Nieren erfolgt und ob sie mit der Harnaussonderung parallel geht, müssen erst noch genaue quantitative Bestimmungen nach bessern Methoden, als ich anwenden konnte, lehren.

Die Aufgabe, die mir gestellt war, kann ich als gelöst betrachten und das erhaltene Resultat in folgendem etwa zusammenfassen:

Die Leimpeptone, von denen ich wohl das beste bisher dargestellte Präparat in dem C. Paal'schen salzsauren Glutinpepton zur Verfügung hatte, verhalten sich bei der direkten Einführung in die Blutbahn genau so, wie die daraufhin schon untersuchten Eiweisspeptone, d. h. sie lassen sich nach einer gewissen Zeit mit Hilfe der gebräuchlichen Methoden nicht mehr in dem Blute nachweisen. Dies Verschwinden geht um so schneller vor sich, je weniger die Harnabsonderung stockt. Schon 15 bis 20 Minuten nach der Infusion sind beträchtliche Peptonmengen in den Harn übergetreten, und es scheint, dass der Weg durch die Nieren der Hauptweg, vielleicht auch der einzige für die Aussonderung der Leimpeptone ist. Ob aber ein infundiertes Leimpepton vollständig wieder ausgeschieden wird, oder ob es nicht zum Teil im Körper zurückgehalten und verbraucht werden kann, bleibt noch unentschieden.

Ueber die Fluorescenz von Lösungen.

Von Osc. Knoblauch.

A) Die Fluorescenz einer Lösung ist bekanntlich ausser von der gelösten Substanz sowohl von der Concentration der Lösung als der Natur des Lösungsmittels abhängig. Quantitative Messungen dieser Abhängigkeit fehlen noch fast gänzlich,[1]) ich habe daher photometrisch die Fluorescenz von Eosinnatrium, Magdalarot und Fluoresceïn in verschiedenen Lösungsmitteln nnd bei verschiedener Concentration bestimmt. Ausserdem habe ich die Fluorescenzhelligkeit gleich concentrierter Lösungen von Fluoresceïnlithium bezw. Petroleum in verschiedenen Lösungsmitteln mit einander verglichen.

Die Concentrationen und die Längen der die Lösungen enthaltenden Tröge waren so gewählt, dass alle in dem auffallenden Lichte enthaltenen Strahlen, welche Fluorescenz zu erregen im Stande waren, von der Lösung auch absorbiert wurden. Alsdann ist die Quantität des erregenden Lichtes in verschiedenen Lösungen die gleiche, nämlich gleich der Gesammtheit der erregungsfähigen Strahlen, und aus der im Photometer beobachteten Fluorescenzhelligkeit lässt sich direkt das „Fluorescenzvermögen" des gelösten Körpers in den verschiedenen Lösungen berechnen, ohne dass durch Absorptionsbestimmungen die Quantität des von der Lösung absorbirten und die Fluorenscenz erregenden Lichtes bestimmt zu werden brauchte. Vorausgesetzt ist dabei, dass das Absorptionsgebiet des fluorescierenden Körpers in verschiedenen Lösungsmitteln die gleiche spectrale Ausdehnung besitzt, und nur innerhalb solcher Grenzen verschoben ist, dass die Energie des erregenden Lichtes innerhalb desselben in allen Lösungsmitteln als gleich gross betrachtet werden kann.

1) B. Walter, Wied. Ann. **34**. p. 316. 1888 und **36**. p. **502** und 518. 1889.

Zur Helligkeitsbestimmung wurde ein Glan'sches Photometer benutzt; die Fluorescenz wurde erregt durch einen Linnemann'schen Zirkonbrenner. Als Vergleichslichtquelle zur photometrischen Bestimmung diente Licht, welches (ebenfalls vom Zirkonbrenner ausgehend) an weissem oder schwarzem Papier diffus nach dem Vergleichsprisma des Photometers reflektiert wurde. Bei dieser Versuchsanordnung fanden die event. Intensitäts-Schwankungen des erregenden Lichtes und des Vergleichslichtes in gleicher Weise statt, sodass es nicht nötig war, dieselben zu berücksichtigen.

Eine Voruntersuchung über die Abhängigheit der Fluorescenzhelligkeit von der Intensität des erregenden Lichtes ergab, dass in der That, wie man allgemein annimmt, Proportionalität zwischen beiden besteht, wenn man die Helligkeit des Zirkonbrenners durch eingeschaltete Rauchgläser bis auf $^1/_7$ der ursprünglichen Intensität schwächt.

Im Folgenden sind einige der erhaltenen Beobachtungsresultate zusammengestellt[1]) und zwar in der Weise, dass für die untersuchten Substanzen die Lösungsmittel nach der Fluorescenzhelligkeit geordnet sind, welche die Körper bei gleicher Concentration, in ihnen gelöst, zeigen. Dabei soll die Bezeichnungsweise z. B. Methylalkohol $>$ Aethylalkohol aussagen, dass die Fluorescenz des betreffenden Körpers im ersteren Lösungsmittel heller ist als im zweiten.

1) Eosinnatrium:

Methylalcohol $>$ Aethylalcohol $>$ Amylalcohol $>$ Gelatine $>$ Glycerin $>$ Wasser.

2) Magdalarot (alle Lösungen enthielten 10$^0/_0$ Aethylalcohol):

Methylalcohol $>$ Aethylalcohol $>$ Amylalcohol $>$ Chloroform $>$ Benzol $=$ Toluol.

3) Fluoresceïn:

Glycerin $>$ Amylalcohol $>$ Aethylalcohol $>$ Methylalcohol.

---

1) Ich verzichte auf die genauere Angabe der Versuchsanordnung, der Einzelheiten der erhaltenen Resultate, des Zahlenmaterials derselben und einer absoluten Bestimmung der Fluorescenzintensität, da ich demnächst über die Beobachtungen in Wiedemanns Annalen der Phys. u. Chem. zu berichten gedenke.



4) Fluoresceïnlithium:

Methylalcohol > Aethylalcohol > Glycerin > Wasser > Amylalcohol.

5) Petroleum:

Benzol > Aether > Amylalcohol > Aethylalcohol > Methylalcohol.

B) Wenn auch aus dieser Zusammenstellung hervorzugehen scheint, dass die Fluorescenzhelligkeit, welche ein Körper in einem Lösungsmittel zeigt, in keinem einfachen Zusammenhange mit der Natur des Lösungsmittels steht, indem die Reihenfolge derselben in der Tabelle keineswegs für alle untersuchten Körper die gleiche ist, so lässt sich ein solcher Zusammenhang doch auffinden.

Die Fluorescenzhelligkeit i_f kann man nach E. Wiedemann[1]) durch den Ausdruck darstellen $i_f = \frac{AJ}{b}$, wo A einen constanten Factor (den Bruchteil der einfallenden Energie, welcher in der Zeiteinheit in Leuchtschwingungen verwandelt wird), J die Intensität des auffallenden Lichtes und b die sog. Abklingungsconstante bezeichnet, welche ein Mass für die Schnelligkeit abgiebt, mit welcher die Luminescenzschwingungen abklingen.

Diese Gleichung gilt für jedes einzelne fluorescierende Molecül, wir können sie aber auch auf eine grössere Anzahl derselben, wie wir sie z. B. in Lösungen vor uns haben, ausdehnen. Um Schlüsse über das „Fluorescenzvermögen" des einzelnen Molecüles desselben Körpers unter verschiedenen Umständen, etwa in verschiedenen Lösungsmitteln, zu ziehen, hat man die Fluorescenzhelligkeit gleich concentrirter Lösungen zu vergleichen. Die mit dem Photometer bestimmte Fluorescenzhelligkeit derselben berechtigt jedoch nur unter besonderen Verhältnissen einen Schluss auf das Fluorescenzvermögen des einzelnen Molecüles, nämlich nur dann, wenn der moleculare Bau desselben in allen Lösungsmitteln der gleiche ist.

Wenn wir dies gegebenen Falles bei einem Nicht-Electrolyten annehmen können, giebt die Fluorescenzhelligkeit direct ein Mass für das Fluorescenzvermögen.

---

1) E. Wiedemann, Wied. Ann. 37. p. 191. 1889.

Dies ist jedoch nicht der Fall bei den Electrolyten, bei denen wir nach der Theorie der electrolytischen Dissociation in den Lösungen mehr oder minder einen Zerfall in Jonen anzunehmen haben. Für die nur im gelösten und zwar dissociierten Zustande fluorescierenden Electrolyte, ist bei gleicher Concentration die Anzahl fluorescierender Atomcomplexe in verschiedenen Lösungsmitteln nicht die gleiche, sie hängt vielmehr mit dem Dissociationsgrade zusammen. Man kann somit aus der photometrisch bestimmten Fluorescenzhelligkeit der Lösung eines solchen Electrolyten nur unter Berücksichtigung der Anzahl fluorescierender Atomcomplexe, also des Dissociationsgrades, einen Schluss auf das Fluorescenzvermögen des einzelnen fluorescierenden Jons machen.

Da der Dissociationsgrad in Beziehung steht zu der Dielectricitätsconstante (D. C.) des Lösungsmittels [1]), so ergiebt sich hieraus ein Einfluss der D. C. auf die Fluorescenz des gelösten Electrolyten, welcher die Fluorescenzintensität der gesammten Lösung durch Vergrösserung der Zahl fluorescenzfähiger Jonen desto mehr verstärkt, je grösser die D. C. des Lösungsmittels ist. Dieser Einfluss der D. C. ist bei verschiedenen Electrolyten verschieden gross, da die dissociierende Wirkung eines Lösungsmittels von der speciellen Natur des Electrolyten abhängig ist.

Bei sehr vielen Körpern ist der Einfluss des Lösungsmittels von massgebender Bedeutung, indem bei vielen, im festen Zustande fluorescirenden Körpern diese Fähigkeit völlig in der Lösung verloren geht, bei anderen wiederum das in festem Zustande nicht vorhandene Fluorescenzvermögen erst in der Lösung beginnt. Diese Substanzen scheinen in den meisten Fällen Electrolyte zu sein, sodass nach der Dissociationstheorie i. Allg. die ersten nur im nichtdissociierten, die letzten nur im dissociierten Zustande fluorescenzfähig wären [2]).

C) Die Verschiedenheit des Fluorescenzvermögens in verschiedenen Lösungsmitteln erklärt sich aus den verschiedenen Werten der Abklingungsconstante b. Dieselbe hängt u. A. ab von

---

1) W. Nernst, Gött. Nachr. Nr. 12 p. 491. 1893.

2) Vgl. K. Noack, Verzeichniss fluoreszierender Substanzen nach der Farbe des Fluoreszenzlichtes geordnet mit Literaturnachweisen. Marburg 1887.

der grösseren oder kleineren Beweglichkeit der fluorescierenden Molecüle in den verschiedenen Lösungsmitteln; ausserdem ergiebt die Anwendung der electromagnetischen Lichttheorie auf die Fluorescenzerscheinungen einen Zusammenhang der Abklingungsconstante mit der Dielectricitätsconstante des Lösungsmittels.

Nach dieser Theorie haben wir uns den Vorgang der Fluorescenz als einen electrischen Schwingungszustand irgend welcher Art auf den Molecülen zu denken. So können wir z. B. diese Schwingungen als Schwingungen der electrischen Valenzladungen auffassen, welche wir den Atomen ohnehin beilegen müssen, um die Erscheinungen der Electrolyse zu erklären.

Ebert[1]) hat die Berechtigung der Annahme, dass das Leuchten eines Körpers auf den Schwingungen seiner Valenzladungen beruhe, genauer begründet und speciell für die durch Kochsalz gefärbte Bunsenflamme gezeigt, dass diese Annahme zu Resultaten führt, welche numerisch mit den aus der Beobachtung erhaltenen übereinstimmen. Dabei hat man sich jedes Natriumatom als einen Hertz'schen Oscillator vorzustellen.

Berechnet man nun in der gleichen Weise, wie dies Hertz[2]) für einen in Luft befindlichen Oscillator gethan hat, für einen in einem Dielectricum mit einer D. C. $= \varepsilon$ und einer Magnetisirungsconstante $= \mu$ befindlichen Oscillator die von demselben während der Dauer einer halben Schwingung ausgesandte Energie, so ergiebt sich dieser Energiebetrag im Verhältnis $1 : (\mu \, . \, \varepsilon)^{\frac{3}{2}}$ vergrössert, falls man annehmen darf, dass die Schwingungsdauer des Oscillators unabhängig ist von dem umgebenden Dielectricum[3]).

Wenn aber demnach die ausgestrahlte Energie mit der D. C. zunimmt, so ist für ein fluorescierendes Molecül oder Jon die Abklingungsconstante b in einem Lösungsmittel desto grösser, je grösser die

1) H. Ebert, Wied. Ann. **49** p. 651. 1893.

2) H. Hertz, Wied. Ann. **36**. p. 1. 1889 und: Untersuchungen über die Ausbreitung der electrischen Kraft p. 147.

3) Falls die Schwingungsdauer in beiden Fällen nicht die gleiche bleibt, sondern im ersten Falle gleich T_1, im zweiten gleich T_2 ist, so verhalten sich die ausgestrahlten Energiemengen wie $\frac{1}{T_1^3} : \frac{(\mu \, . \, \varepsilon)^{\frac{3}{2}}}{T_2^3}$. (s. p. 7).

D. C. desselben ist. Die photometrisch bestimmte Fluorescenzhelligkeit einer Lösung muss also bei gleicher Anzahl fluorescierender Molecüle oder Jonen caet. par. desto geringer sein, je grösser die D. C. des Lösungsmittels ist. Dieser bei zunehmender D. C. die Helligkeit vermindernde Einfluss des Lösungsmittels macht sich in gleicher Weise bei den Electrolyten sowohl wie bei den Nicht-Electrolyten geltend, während der obige mit wachsender D. C. die Helligkeit der Lösung verstärkende Einfluss sich auf die (nur im dissociirten Zustande fluorescierenden) Electrolyte beschränkte.

D) Aus der Dissociationstheorie einerseits und der electromagnetischen Lichttheorie andererseits ergeben sich also für die Fluorescenzhelligkeit von Lösungen die folgenden Schlüsse:

1) Die Fluorescenzhelligkeit der Lösung eines nur im dissociirten Zustande fluorescierenden Electrolyten wächst bei gegebenem Lösungsmittel mit zunehmender Dissociation. — Die Beobachtung zeigt in solchem Falle in der That stets eine Zunahme der Helligkeit mit der Verdünnung.

2) Bei Nicht-Electrolyten ist die Fluorescenzhelligkeit der Lösung bei gleicher Concentration desto geringer, je grösser die D. C. des Lösungsmittels ist. — Diese Folgerung bestätigt sich an den oben angeführten Beobachtungen des Petroleums.

3) Bei den nur im dissociirten Zustande fluorescierenden Electrolyten wirken die beiden Einflüsse der D. C. des Lösungsmittels im entgegengesetzten Sinne auf die Helligkeit der Lösung ein. Der eine Einfluss verstärkt dieselbe durch Vergrösserung des Dissociationsgrades, der andere schwächt sie durch Vergrösserung der Abklingungsconstante b. Daher ist die Fluorescenzhelligkeit nicht in einfacher Weise vom Lösungsmittel abhängig. — Dem entspricht die scheinbare Regellosigkeit, mit welcher sich die Lösungsmittel in der S. 2 gegebenen Zusammenstellung der Beobachtungsresultate anordnen.

Die Folgerungen, welche sich aus der Anwendung der Dissociationstheorie und electromagnetischen Lichttheorie auf die Fluorescenzerscheinungen ergeben, stehen also mit den erhaltenen Beobachtungsresultaten in Einklang.

E) Sowohl aus der Dissociationstheorie wie aus der electromagnetischen Lichttheorie ergiebt sich eine Abhängigkeit der Fluorescenzhelligkeit der Lösungen von der Dielectricitätsconstante des Lösungsmittels; es fragt sich, ob vielleicht die D. C. die Fluores-

cenz gelöster Substanzen nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ beeinflusst.

Stenger[1]) untersuchte die Fluorescenz und Absorption von Fluorescein, Eosin und Magdalarot in einer Reihe verschiedener Lösungsmittel. Aus seinen Beobachtungen lässt sich erkennen, dass in den weitaus meisten Fällen sowohl das Absorptionsgebiet des fluorescierenden Körpers wie der Spectralbereich seines Fluorescenzlichtes um so weiter nach dem Violett zu gelegen ist, je grösser die D. C. des Lösungsmittels ist.

Da die Fluorescenz und Absorption auf den gleichen Ursprung zurückzuführen sind (Schwingungen der Aetherhüllen in der elastischen oder electrische Schwingungen in der electromagnetischen Lichttheorie), so sind wir vielleicht berechtigt, bei der Erklärung der verschiedenen Farbe des Fluorescenzlichtes eines Körpers in verschiedenen Lösungsmitteln und der spectralen Verschiebung seines Absorptionsgebietes entsprechend der Kundt'schen Regel in all' den Fällen, in welchen diese letztere gültig ist, neben dem Brechungs- und Dispersionsvermögen des Lösungsmittels auch dessen dielectrische Polarisirbarkeit zu berücksichtigen.

---

1) F. Stenger, Wied. Ann. 28; p. 201. 1886.

Sitzungsberichte

der

Physikalisch-medicinischen Societät

in

Erlangen.

26. Heft.

1894.

ERLANGEN.

Druck der Universitäts-Buchdruckerei von E. Th. Jacob.

1895.

Inhaltsverzeichnis.

Stand der Mitglieder

am 31. Dezember 1894

48 ordentliche, 33 Ehren- und 75 korrespondierende Mitglieder.

In der folgenden Liste stehen die Abkürzungen: O.M. für ordentliches, K.M. für korrespondierendes, E.M. für Ehrenmitglied. Die Jahreszahlen beziehen sich auf die Zeit der Ernennung.

A. Ordentliche Mitglieder.

Aldinger J. Dr., Assistent, 1894.
Bacharach J. Dr., kgl. Reallehrer, 1880.
Beckmann E. Dr., Professor, 1893.
Bischoff O. Dr., prakt. Arzt, 1893.
Blanckenhorn M. Dr., Privatdozent, 1890.
Böttiger A., Apotheker, 1863.
Brommer M., Apotheker, 1885.
Büttner G., kgl. Reallehrer, 1880.
Bumm A. Dr., Professor, 1886.
Busch M. Dr., Privatdozent, 1890.
Eversbusch O. Dr., Professor, 1886.
Fischer O. Dr., Professor, 1885.
Fleischer R. Dr., Professor, 1877.
Fleischmann A. Dr., Privatdozent, 1886.
Fritsch O. Dr., prakt. Arzt, 1888.
Frommel R. Dr., Professor, 1887.
Gerlach J. v. Dr., Geheimrat, Professor, 1850.
Gerlach L. Dr., Professor, 1874.
Gordan P. Dr., Professor, 1874.
Graser E. Dr., Professor, 1884.
Hauser G. Dr., Professor, 1881.
Heineke W. v. Dr., Professor, 1867.

Hermann F. Dr., Professor, 1884.
Hetzel W. Dr., prakt. Arzt, 1862.
Kiesselbach W. Dr., Professor, 1877.
Knoblauch O. Dr., Privatdozent, 1889.
Koeberlin H. Dr., Oberarzt, 1885.
Limpach L. Dr., Hofapotheker, 1893.
Maurer A. Dr., kgl. Bezirksarzt, 1862.
Noether M. Dr., Professor, 1875.
Oebbeke K. Dr., Professor, 1887.
Paal C. Dr., Professor, 1887.
Penzoldt F. Dr., Professor, 1874.
Reess M. Dr., Professor, 1872.
Rosenthal I. Dr., Professor, 1872.
Schmidt G. C. Dr. phil., 1893.
Schneider F. Dr., Hofzahnarzt, 1887.
Schulz O. Dr., Assistent, 1889.
Selenka E. Dr., Professor, 1874.
Simon H. Th. Dr., Assistent, 1894.
Specht G. Dr., Oberarzt, 1891.
Spuler A. Dr., Assistent 1894.
Stolberg K. Dr., Assistent, 1893.
Strümpell A. v. Dr., Professor, 1886.
Treves Z. Dr., Assistent, 1894.
Wiedemann E. Dr., Professor, 1886.
Wolff G. Dr., Bibliotheksassistent, 1894.
Zenker F. A. v. Dr., Professor, 1863.

Eingetreten sind in der Zeit vom 1. November 1893 bis zum 31. Dezember 1894 die Herren:

Aldinger, Beckh, Kretschmer, Limpach, W. Rosenthal, Schmidt, Simon, Spuler, Stolberg, Treves, Wolff.

Ausgetreten sind in derselben Zeit die Herren:

Beckh, Bouda, G. Fischer, Jacob, Kretschmer, Oels, Pfeiffer, Röhring, W. Rosenthal.

Die Gesellschaft verlor durch Tod ihr ordentliches Mitglied: K. Zenker.

B. Ehrenmitglieder.

Seine Königliche Hoheit Dr. Karl Theodor, Herzog in Bayern, 1888.

Baeyer A. v., Professor der Chemie, München, 1883.

Beyrich H. E., Professor der Geologie, Berlin, 1888.

Brioschi F., Direktor des Polytechnikums, Mailand, K.M. 1877, E.M. 1878.

Bunsen R. v. Excellenz, Professor der Chemie, Heidelberg, K.M. 1845, E.M. 1883.

Dubois-Reymond E., Professor der Physiologie, Berlin, K.M. 1859, E.M. 1878.

Ehlers E., Professor d. Zoologie, Göttingen, O.M. 1869, E.M. 1874.

Gegenbaur C., Professor der Anatomie, Heidelberg, 1883.

Gerhardt C., Professor der int. Medizin, Berlin, K.M. 1883, E.M. 1887.

Hermite Ch., Professor der Mathematik, Paris, 1883.

Hilger A., Professor der Chemie, München, O.M. 1872, E.M. 1893.

Kekulé A., Professor der Chemie, Bonn, K.M. 1859, E.M. 1888.

Klein F., Professor der Mathematik, Göttingen, O.M. 1872, E.M. 1875.

Kölliker A. v., Professor der Anatomie, Würzburg, K.M. 1851, E.M. 1883.

Kussmaul A., Professor der Medizin, Heidelberg, O.M. 1859, K.M. 1863, E.M. 1883.

Leube W. v., Professor der Medizin, Würzburg, O. M. 1868, E.M. 1886.

Lister J., Professor der Chirurgie, London, 1883.

Lommel E. v., Professor der Physik, München, O.M. 1869, E.M. 1886.

Ludwig C., Professor der Physiologie, Leipzig, K.M. 1855, E.M. 1883.

Marey E. J., Professor der Physiologie, Paris, 1878.

Pettenkofer M. v., Professor der Hygiene, München, K.M. 1851, E.M. 1883.

Ried F., Professor der Chirurgie, Jena, O.M. 1839—1846, E.M. 1858.

Sachs J. v., Professor der Botanik, Würzburg, K.M. 1883, E.M. 1889.
Sandberger F. v., Professor der Mineralogie, Würzburg, 1878.
Seidel L. v., Professor der Mathematik, München, 1889.
Spencer-Wells Sir T., Professor der Chirurgie, London, 1883.
Thiersch C., Professor der Chirurgie, Leipzig, O.M. 1854, K.M. 1867, E.M. 1883.
Thomson Sir W., Lord Kelvin, Professor der Physik, Glasgow, 1878.
Virchow R., Professor der path. Anatomie, Berlin, K.M. 1851, E.M. 1858.
Voit C. v., Professor der Physiologie, München, K.M. 1863, E.M. 1883.
Wiedemann G., Professor der Physik, Leipzig, K.M. 1864, E.M. 1888.
Ziemssen H. v., Professor der Medizin, München, O.M. 1863, E.M. 1878.
Zweifel P., Professor der Gynäkologie, Leipzig, O.M. 1876, E.M. 1887.

Die Gesellschaft verlor durch Tod ihr Ehrenmitglied H. v. Helmholtz.

C. Korrespondierende Mitglieder.

Bauer G., Professor der Mathematik, München, 1889.
Bäumler Ch., Professor der Medizin, Freiburg i/Br., O.M. 1872, K.M. 1874.
Berthelot M. P. E., Professor der Chemie, Paris, 1860.
Boström E., Professor der pathol. Anatomie, Giessen, O.M. 1879, K.M. 1881.
Brill A., Professor der Mathematik, Tübingen, 1894.
Buchner L. A., Professor der Pharmacie, München, 1853.
Claus A., Professor der Chemie, Freiburg i/Br., 1870.
Cohn F., Professor der Botanik, Breslau, 1861.
Dareste C., Professor, Paris, 1886.
Delpino F., Professor der Botanik, Neapel, 1875.
Duncan Dr., Professor der Gynaekologie, London, 1883.
Ebert H., Professor der Physik, Kiel, O.M. 1887, K.M. 1894.
Ernst A., Direktor des bot. Gartens, Caracas, 1875
Fick A, Professor der Physiologie, Würzburg, 1869.

Filehne W., Professor der Pharmakologie, Breslau, O.M. 1874, K.M. 1886.
Fischer E., Professor der Chemie, Berlin, O.M. 1882, K.M. 1886.
Fittig R., Professor der Chemie, Strassburg i/E., 1888.
Flemming W., Professor der Anatomie, Kiel, 1888.
Foster B., Professor der Medizin, Birmingham, 1866.
Fresenius C. R., Professor der Chemie, Wiesbaden, 1857.
Geinitz H. B., Professor der Geologie, Dresden, 1861.
Gerichten Dr. E. v., Strassburg i/E., O.M. 1873, K.M. 1883.
Groth P., Professor der Mineralogie, München, 1888.
Günther S., Professor der Geographie, München, O.M. 1873, K.M. 1874.
Hansen A., Professor der Botanik, Giessen, O.M. 1879, K.M. 1882.
Hasse E., Professor der Medizin, Göttingen, 1844.
Heller A., Professor der Medizin, Kiel, O.M. 1869, K.M. 1872.
Hertwig O., Professor der Anatomie, Berlin, 1889.
Hertwig R., Professor der Zoologie, München, 1889.
Hoyer H., Professor der Histologie und Entwicklungsgeschichte, Warschau, 1884.
Hubrecht A., Professor der Zoologie, Utrecht, O.M. 1874, K.M. 1875.
Immermann H., Professor der spez. Pathologie und Therapie, Basel, O.M. 1866, K.M. 1871.
Karrer F., Direktor der Irrenanstalt Klingenmünster, O.M. 1872, K.M. 1883.
Kjerulf Th., Professor der Mineralogie und Geologie, Christiania, 1882.
Knorr L., Professor der Chemie, Jena, O.M. 1883, K.M. 1886.
Koch R., Professor, Berlin, 1883.
Königs W., Professor der Chemie, München, 1888.
Kohlrausch F., Professor der Physik, Strassburg, 1883.
Krause W., Professor der Anatomie, Berlin, 1861.
Kries J. v., Professor der Physiologie, Freiburg i/Br., 1889.
Kühne W., Professor der Physiologie, Heidelberg, 1886.
Lepine, Professor der Medizin, Lyon, 1888.
Lieben A., Professor der Chemie, Wien, 1870.
Liebermeister C. v., Professor der Medizin, Tübingen, 1866.
Limpricht H., Professor der Chemie, Greifswald, 1856.

Lüroth J., Professor der Mathematik, Freiburg i/Br., 1883.
Meissner G., Professor der Physiologie, Göttingen, 1860.
Meyer V., Professor der Chemie, Heidelberg, 1883.
Michel J., Professor der Augenheilkunde, Würzburg, O.M. 1873, K.M. 1878.
Müller F. Baron v., Direktor des bot. Gartens, Melbourne, 1860.
Müller W., Professor der path. Anatomie, Jena, O.M. 1856, K.M. 1861.
Ost H., Professor der Chemie, Hannover, 1889.
Oudemans C. A. J. A., Professor der Botanik, Amsterdam, 1861.
Pechmann H. Frhr. v., Professor der Chemie, München, 1889.
Prym F., Professor der Mathematik, Würzburg, 1883.
Richthofen F. Frhr. v., Professor der Geographie, Berlin, 1883.
Rindfleisch G. E., Professor der pathologischen Anatomie, Würzburg, 1883.
Röntgen W. C., Professor der Physik, Würzburg, 1889.
Rothmund A. v., Professor der Ophthalmologie, München, 1887.
Saemisch Th., Professor der Ophthalmologie, Bonn, 1887.
Saporta G. Marquis de, Aix, 1883.
Sattler H., Professor der Ophthalmologie, Leipzig, O.M. 1876, K.M. 1886.
Schwalbe G., Professor der Anatomie, Strassburg i/E., 1886.
Schweinfurth Dr. G., Kairo, 1865.
Sohncke L., Professor der Physik, München, 1889.
Sonderegger Dr., St. Gallen, 1883.
Steiner J. Dr., Arzt, Cöln, O.M. 1876, K.M. 1879.
Strasburger E., Professor der Botanik, Bonn, 1883.
Suringar R., Professor der Botanik, Leyden, 1865.
Ullrich H., Direktor der Irrenanstalt Kaufbeuern und Irsee, O.M. 1874, K.M. 1888.
Volhard J., Professor der Chemie, Halle, O.M. 1879, K.M. 1882.
Weyl Th. Dr., Berlin-Charlottenburg, O.M. 1879. K.M. 1883.
Wislicenus J., Professor der Chemie, Leipzig, 1864.
Zittel C. A. v, Professor der Palaeontologie, München, 1883.
Zuntz, Professor der Physiologie, Berlin, 1889.

Die Gesellschaft verlor durch Tod ihre korrespondierenden Mitglieder: F. A. Flückiger, H. Hertz, J. Hyrtl.

Vorstand.

Vom 1. Mai 1894 an besteht derselbe aus den Herren:
Noether, I. Direktor,
Hauser, II. Direktor,
Knoblauch, I. Sekretär,
Blanckenhorn, II. Sekretär,
Böttiger, Kassier.

Tauschverkehr.

Zu den Gesellschaften, mit welchen die Societät in Tauschverkehr steht, sind im Laufe des Jahres 1894 hinzugetreten:

Amsterdam, Akademie van Wetenschappen.
Budapest, Ungarische Akademie der Wissenschaften.
Kopenhagen, Medicinske Selskab.
Madison, Wisconsin Academy.
Neapel, Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche (Società Reale di Napoli).
Tufts College (Mass.).
Turin, Accademia delle Scienze.
Upsala, Läkareförening.

Zusendungen von Büchern etc. für die Gesellschaft wolle man direkt an die Societas Physico-Medica zu Erlangen richten, welche, sofern nicht **besondere** Empfangsanzeige **verlangt** wird, für eingegangene Schriften **nur** in dem folgenden Verzeichnisse dankt.

Verzeichnis

der vom 1. Januar bis 31. Dezember 1894 eingelaufenen Druckschriften:

A) im Tauschverkehr.

Amsterdam, Koninklijke Akademie van Wetenschappen:
Augsburg, Naturhistorischer Verein für Schwaben und Neuburg: Bericht 31 (1894).
Aussig, Naturwissenschaftlicher Verein: Thätigkeitsbericht 1887—93.
Baltimore, American Chemical Journal 14 (1892), Nr. 8. 15 (1893), Nr. 1—7.
— Johns Hopkins University, Biological Laboratory: Studies 5, Nr. 2—4.
Bamberg, Naturforschende Gesellschaft:
Basel, Naturforschende Gesellschaft:
Batavia, Natuurkundig Vereeniging in Nederl.-Indïe: Tijdschrift 53 (1894).
Bergen, Bergens Museum:
Berlin, Akademie der Wissenschaften: Sitzungsberichte 1893, Nr. 49—53. 1894, Nr. 1—51; Mathematische und naturwissenschaftliche Mitteilungen 1893, Nr. 8—10. 1894, Nr. 1—5.
— Botanischer Verein der Provinz Brandenburg: Verhandlungen 35 (1894).
— Deutsche chem. Gesellschaft: Berichte 26 (1893), Nr. 19. 20. 27 (1894), Nr. 1—18.
— Geol. Landesanstalt und Bergakademie: Jahrbuch 13 (1892).
— Verein für innere Medizin: Verhandlungen 13 (1893/94).
— Deutsche Medizinalzeitung: 14 (1893), Nr. 104. 15 (1894), Nr. 1—104. 16 (1895), Nr. 1.
— Medizinische Gesellschaft: Verhandlungen 24 (1893).
— Gesellschaft naturforschender Freunde: Sitzungsberichte 1893.
— Physikalische Gesellschaft:
— Physiologische Gesellschaft:
— Polytechnische Gesellschaft: Polytechnisches Centralblatt 6 (1893/94), Nr. 6—24. 7 (1894/95), Nr. 1—5.

Bern, Naturforschende Gesellschaft: Mitteilungen 50 (1893).
Bonn, Naturhistorischer Verein für die preussischen Rheinlande und Westphalen: Verhandlungen 51 (1894), Nr. 1.
Bordeaux, Société des Sciences physiques et naturelles:
Boston, American Academy of Arts and Sciences:
— Society of Natural History: Proceedings 26, Nr. 1.
Braunschweig, Verein für Naturwissenschaften:
Bremen, Naturwissenschaftlicher Verein: Abhandlungen XIII, Nr. 1 nebst Jahresbericht und Supplement.
Breslau, Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur: Jahresbericht 71 (1893).
Brünn, Naturforschender Verein: Verhandlungen 31 (1892). — Bericht der meteorologischen Commission 11 (1891).
Brüssel, Académie Royale de Médecine de Belgique: Bulletin 7 (1893), Nr. 10. 11. 8 (1894), Nr. 1—10.
— Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique:
— Société Entomologique de Belgique: Annales 37 (1893).
— Société Royale de Botanique de Belgique: Bulletin 30 (1891). 31 (1892). 32 (1894).
Budapest, Ungarische Akademie der Wissenschaften: Mathematische und Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn 1—11, a. — Értekezések a természettudományok köreböl 23, Nr. 1—5. — Értekezések a mathematikai tudományok köreböl 15, Nr. 1—3. — Mathematikai és természettudományi Értesitö 1—11. 12, Nr. 1—3.
Bukarest, Societatii de Sciinte Fizice: Buletinul 2 (1893), Nr. 9—12. 3 (1894), Nr. 1—8.
Cambridge (**Mass.**), Museum of Comparative Zoology at Harvard College: Bulletin 25, Nr. 2—11. — Report: 1892/93.
Chemnitz, Naturwissenschaftliche Gesellschaft: Bericht 12 (1889—92).
Cherbourg, Société Nationale des Sciences Naturelles et Mathématiques:
Christiania, Kgl. Universität:
Chur, Naturforsch. Gesellschaft Graubündens: Jahresbericht 37 (1893/94).
Córdoba, Academia Nacional de Ciencias de la República Argentina: Boletin 12, Nr. 1—4. 13, Nr. 1—4.
Danzig, Naturforschende Gesellschaft: Schriften 8, Nr. 3. 4.
Dorpat siehe **Jurjew**.
Dresden, Gesellschaft für Natur- und Heilkunde:
— Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis: Sitzungsberichte 1893, Juli bis Dezember. 1894, Januar bis Juni.
Dublin, Royal Dublin Society: Proceedings 7, Nr. 5. 8, Nr. 1, 2. — Transactions 4, Nr. 14. 5, Nr. 1—4.

Dublin, Royal Irish Academy: Proceedings 3, Nr. 1. 2. — Transactions 30, Nr. 11—14.

Dürkheim, Pollichia: Mitteilungen 7 nebst C. Mehlis, Der Drachenfels bei Dürkheim. Neustadt a. d. H. 1894.

Edinburg, Royal College of Physicians:
— Botanical Society: Transactions 19, S. 233—636. 20, Nr. 1.
— Physical Society: Proceedings 1892/93. 1893/94.
— Royal Society: Proceedings 19 (1891/92). — Transactions 37, Nr. 1. 2.

Elberfeld, Naturwissenschaftlicher Verein:

Emden, Naturforschende Gesellschaft: Jahresbericht 78 (1892/93).

Florenz, Biblioteca Nazionale Centrale: Bollettino delle pubblicazioni italiane Nr. 194—215.
— Istituto di Studi Superiori:
— Società Botanica Italiana: Bullettino 1893, Nr. 8—10. 1894, Nr. 1—7. — Nuovo Giornale Botanico 25 (1893), Nr. 4. N. S. 1 (1894), Nr. 1—4.
— Scuola d'Anatomia Patologica:

Frankfurt a. M., Aerztlicher Verein: Jahresbericht über die Verwaltung des Medizinalwesens, die Krankenhäuser und die öffentlichen Gesundheitsverhältnisse der Stadt Frankfurt a. M. 37 (1893). — Tabellarische Mitteilungen betreffend den Civilstand der Stadt Frankfurt a. M. 1893.
— Senckenbergische Naturforsch. Gesellschaft: Bericht 1894. — Abhandlungen 18, Nr. 1—3.
— Physikalischer Verein: Jahresbericht 1892/93.

Frankfurt a. O., Naturwissenschaftlicher Verein: Helios. Monatliche Mitteilungen aus dem Gesammtgebiete der Naturwissenschaften 11 (1893), Nr. 6—12. 12 (1894), Nr. 1—6. — Societatum Litterae 7 (1893), Nr. 8—12. 8 (1894), Nr. 1—9.

Frauenfeld, Thurgauische Naturforschende Gesellschaft:

Freiburg i. B., Naturforschende Gesellschaft: Berichte 8.

Fulda, Verein für Naturkunde:

St. Gallen, Naturwissenschaftliche Gesellschaft: Bericht 1891/92.

Genf, Société de Physique et d'Histoire Naturelle: Compte rendu 10 (1893).

Gent, Kruidkundig Genootschap Dodonaea:

Genua, Accademia Medica: Bolletino 6 (1891), Nr. 5. 7 (1892), Nr. 1—4.
— Museo Civico di Storia Naturale: Annali 9—13.
— Università di Genova:

Giessen, Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde:

Görlitz, Naturforschende Gesellschaft:

Göttingen, Gesellsch. der Wissenschaften: Nachrichten 1893, Nr. 15—21. 1894, Nr. 1—3. — Geschäftliche Mitteilungen 1894, Nr. 1.

Graz, Verein der Aerzte in Steiermark: Mitteilungen 30 (1893).
— Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark: Mitteilungen 30 (1893).
Greifswald, Naturwissenschaftl. Verein für Neu-Vorpommern und Rügen: Mitteilungen 25 (1893).
Haarlem, Musée Teyler: Archives Sér. II, Vol. 4, Nr. 2.
— Société Hollandaise des Sciences: Archives Néerlandaises des Sciences exactes et naturelles 27 (1893), Nr. 4. 5. 28 (1894), Nr. 1—4.
Halifax, New Scotian Institute of Science: Proceedings and Transactions Ser. II, Vol. 1, Nr. 2. 3.
Halle a. S., Kaiserl. Leopoldino-Carolinische Deutsche Akademie der Naturforscher: Leopoldina 29 (1893), Nr. 21—24. 30 (1894), Nr. 1—20.
— Naturforschende Gesellschaft:
— Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen: Zeitschrift für Naturwissenschaften 67 (1894), Nr. 1—4.
Hamburg, Naturwissenschaftlicher Verein von Hamburg-Altona: Verhandlungen III. Folge, 1 (1894).
— Verein für naturwissenschaftliche Unterhaltung:
Hanau, Wetterauische Gesellschaft für die gesammte Naturkunde:
Hannover, Naturhistorische Gesellschaft: Jahresbericht 42. 43 (1891—93).
Heidelberg, Naturhistorisch-Medizinischer Verein: Verhandlungen 5, Nr. 2.
Helsingfors, Societas pro Fauna et Flora Fennica:
— Societas Scientiarum Fennica: Acta 19 (1893). — Bidrag till kännedom af Finlands Natur och Folk 52. 53. — Öfversigt 35 (1892/93). — Observations publiées par l'Institut Météorologique Central 3—8. 9, Nr. 1. 10, Nr. 1. 11, Nr. 1. — Observations météorologiques 1881/2—1887/8.
Jekaterinburg, Société Ouralienne de Médecine:
Jena, Medizinisch-Naturwissenschaftliche Gesellschaft:
Innsbruck, Naturwissenschaftl.-Medizin. Verein: Berichte 21 (1892/93).
Iowa City, Laboratories of Natural History of the State University of Iowa:
Jurjew, Naturforschende Gesellschaft: Archiv für die Naturkunde Liv-, Esth- und Kurlands Serie II, Bd. 10, Nr. 3. 4. — Sitzungsberichte 10, Nr. 2.
Karlsruhe, Naturwissenschaftlicher Verein:
Kasan, Société Physico-Mathématique: Bulletin Sér. II, T. 3. 4, Nr. 1—3.
Kassel, Verein für Naturkunde: Bericht 39.
Kiel, Naturwissenschaftlicher Verein in Schleswig-Holstein:
Kiew, Société des Naturalistes:
Klausenburg, Siebenbürgischer Museumsverein: Értesitö 18 (1893), I, Nr. 1—3. II, Nr. 1—3.

Königsberg i. Pr., Physikalisch-Oekonomische Gesellschaft: Schriften 34 (1893).

Kopenhagen, K. Danske Videnscabernes Selskab: Oversigt 1893, Nr. 2. 3. 1894, Nr. 1. 2.

— Naturhistorisk Forening: Meddelelser 1893.

— Mediciniske Selskab: Forhandlinger 1893/94.

Landshut, Botanischer Verein: Bericht 13 (1892/93).

Lausanne, Société Vaudoise des Sciences Naturelles: Bulletin 113. 114.

Leipzig, Jablonowskische Gesellschaft:

— Naturforschende Gesellschaft:

— Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften, Mathematisch-Physikal. Klasse: Berichte 1893, Nr. 7—9. 1894, Nr. 1. 2.

— Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde: 11 (1893). 12 (1894).

— Medizinische Gesellschaft: Berichte 1893/94.

London, Nature Nr. 1261—1313.

— Mathematical Society: Proceedings 469—499. — List of Members 1894/95.

— Royal Society: Proceedings 328—340. — Transactions 184 (1893), A. B. — List of Members.

Lüneburg, Naturwissenschaftlicher Verein für das Fürstenthum Lüneburg:

Lüttich, Société Royale des Sciences de Liége:

Luxemburg, Institut Grand Ducal, Section Sciences Naturelles:

— Société Botanique du Grand-Duché de Luxembourg:

Madison (Wisc.), Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters Transactions 9 (1893), Nr. 1. 2.

Magdeburg, Naturwissenschaftlicher Verein: Jahresbericht und Abhandlungen 1893/94, Nr. 1 nebst Festschrift zum 25jähr. Jubiläum.

Mailand, Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere: Rendiconti 25 (1892).

— Società Italiana di Scienze Naturali: Atti 34, Nr. 4.

Marburg, Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften: Sitzungsberichte 1893.

Melbourne, Royal Geographical Society of Australia: Transactions 11 (1894).

Milwaukee (Wisc.), Public Museum of the City:

Minnesota, Geological and Natural Survey of Minnesota: Bulletin 10. — Report 21 (1892).

Moskau, Société Impériale des Naturalistes: Bulletin 1893, Nr. 4. 1894, Nr. 1. 2.

München, Gesellschaft für Morphologie und Physiologie: Sitzungsberichte 9 (1893), Nr. 3.

— Medizin.-Klinisches Institut:

— Aerztlicher Verein: Sitzungsberichte 3 (1893).

— Wochenschrift für Tierheilkunde u. Viehzucht 1893, Nr. 46—52.

Münster i. W., Westfäl. Provinzial-Verein für Wissenschaft und Kunst:

Neapel, Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche (Sezione della Società Reale di Napoli): Rendiconto 32 (Ser. II, Vol. 6, 1893), Nr. 1—12. 33 (Ser. II, Vol. 8, 1894), Nr. 1—10.
— Zoologische Station: Mitteilungen 11, Nr. 3.
Neuchâtel: Société des Sciences Naturelles:
New York, Academy of Sciences: Annals 6, Nr. 7—12. 8, Nr. 1—3. — Transactions 12 (1892/93).
Nürnberg, Medizinische Gesellschaft und Poliklinik: Jahresbericht 1893.
— Naturhistorische Gesellschaft: Abhandlungen 10, Nr. 2.
— Aerztlicher Lokalverein:
— Germanisches Nationalmuseum: Anzeiger 1893. — Mitteilungen 1893. — Katalog der Gemälde. 3. Auflage.
Odessa, Société des Naturalistes de la Nouvelle Russie: Mémoires 18, Nr. 1. 2.
Offenbach, Verein für Naturkunde:
Osnabrück, Naturwissenschaftlicher Verein:
Palermo, Circolo Matematico: Rendiconti 7 (1893), Nr. 6. 8 (1894), Nr. 1—6.
Paris, Société de Biologie: Comptes rendus et Mémoires 1893, Nr. 38. 39. 1894, Nr. 1—34.
— Société Linnéenne: Bulletin 138. 141. 142.
— Société Zoologique de France: Bulletin 18 (1893), Nr. 5. 6.
Passau, Naturhistorischer Verein:
Perugia, Accademia Medico-Chirurgica: Atti e Rendiconti 5, Nr. 4. 6, Nr. 1.
Petersburg, Académie des Sciences: Bulletin Nouv. Sér. 1, Nr. 1—3.
— Hortus Petropolitanus:
— Société des Naturalistes: Section de Botanique, Bulletin 24 (1893).
Philadelphia, Academy of Natural Sciences: Proceedings 1893, Nr. 2.
— College of Physicians:
— Wagner Free Institute of Science:
— American Philosophical Society: Proceedings 141.
Pisa, Scuola Normale Superiore (Scienze Fisiche e Matematiche):
— Società Toscana di Scienze Naturali:
Prag, Königlich Böhmische Gesellschaft der Wissenschaften: Jahresbericht 1893. — Sitzungsberichte (Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse) 1893.
— Lese- und Redehalle der deutschen Studenten: Bericht 1893.
Regensburg, Naturwissenschaftlicher Verein: Berichte 4 (1892/93).
Riga, Naturforscher-Verein:
Rio de Janeiro, Museu Nacional:
Rochester, Academy of Sciences:

*

Rom, Accademia dei Lincei: Rendiconti (Classe di Scienze Fisiche etc.) 1893, Semestre II, Nr. 12. 1894, Semestre I., Nr. 1—12. Semestre II, Nr. 1—9.
— Accademia Medica:
— Gazzetta Chimica Italiana 23 (1893), Nr. 12. 24 (1894), I Nr. 1—6. II, Nr. 1—5.
Salem, Essex Institution:
San Francisco, California Academy of Sciences:
Santiago, Société Scientifique du Chili: Actes 2 (1892), Nr. 4. 3 (1893), Nr. 3—5. 4 (1894), Nr. 1—3.
— Deutscher Wissenschaftlicher Verein:
Stockholm, Svenska Vetenskaps-Akademie: Bihang 19 (1894) Nr. 1—4.— Handlingar 25 (1892), Nr. 1. — Öfversigt af Förhandlingar 50 (1893). — Ährling, Ewald, Carl von Linnés Brefvexling. Stockholm 1885.
Stuttgart, Verein für vaterländische Naturkunde in Württemberg:
Thorn, Coppernicus-Verein für Wissenschaft und Kunst: Mitteilungen 9.
Tokio, Medizinische Fakultät der Kaiserl. Japanischen Universität:
Toulouse, Académie des Sciences, Inscriptions et Belles Lettres:
Triest, Museo Civico di Storia Naturale:
— Società Adriatica di Scienze Naturali: Bolletino 15 (1893).
Tufts College (Mass.): Studies 1—3.
Turin, R. Accademia delle Scienze (Scienze Fisiche, Matematiche, Naturali): Atti 26—29. — Memorie Ser. II, Vol. 41—43. — Osservazioni Meteorologiche 1890—93.
Ulm, Verein für Mathematik und Naturwissenschaften:
Upsala, Läkareförening: Förhandlingar 1 (1865/66). 2. Aufl. 9 (1873/74) — 11 (1875/76). 12 (1876/77), Nr. 1—6. 13 (1877/78). 14 (1878/79). 16 (1880/81) — 28 (1892/93). — Lennander, K. G., Aus der chirurg. Klinik von Upsala. Bericht üb. die Operationen 1892.
Utrecht, Provincial Utrechtsch Genootschap: Aanteekeningen 1893.
Washington, National Academy of Sciences: Memoirs 6 (1893).
— Smithsonian Institution: Miscellaneous Collections 34. 36. — Report 1891. — Pilling, Bibliography of the Salishan Languages. Washington 1893. — Pilling, Bibliography of the Chinookan Languages. Washington 1893.
— Library of the Surgeon Generals Office:
Wernigerode, Naturwissenschaftl. Verein des Harzes: Schriften 8 (1893).
Wien, Akademie der Wissenschaften (Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse): Sitzungsberichte, von Abteilung IIa. IIb. III je Band 102, Nr. 1—7.
— Zoolog.-Botan. Gesellschaft: Verhandlungen 43 (1893), Nr. 3. 4.
— Naturhistorisches Hofmuseum: Annalen 8 (1893), Nr. 3. 4. 9 (1894), Nr. 1. 2.

Wien, Geologische Reichsanstalt: Jahrbuch 43 (1893), Nr. 2—4. 44 (1894), Nr. 1. — Verhandlungen 1893, Nr. 11—18. 1894, Nr. 1—9.

— Naturwissenschaftl. Verein an der Universität: Mitteilungen 1893/94.

— Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse: Schriften 34 (1894).

Wiesbaden, Nassauischer Verein für Naturkunde: Jahrbücher 47 (1894).

Würzburg, Physikal.-Medizinische Gesellschaft: Sitzungsberichte 1893. — Verhandlungen 27 (1893).

Zürich, Naturforschende Gesellschaft: Neujahrsblatt 1894. — Vierteljahrschrift 38 (1893), Nr. 3. 4. 39 (1894), Nr. 1. 2.

Zwickau, Verein für Naturkunde: Jahresbericht 1892. 1893.

B) als Geschenk.

Allen, Harrison, Defective Conditions of the Vocal Organs Studied in Connection with Questions of the Oral Method of Training the Deaf; The Tongue. Lectures. 1892.

Hertz, H., Die Prinzipien der Mechanik. Leipzig 1894.

Oliver, Charles A., Correlation theory of color-perception. Reprint from „Philadelphia Medical Times". Philadelphia 1884.

— The comparative action of hydrobromate of homatropine and of sulphate of atropia upon the iris and ciliary muscle. Extract. from „American Journal of the Medical Sciences". Philadelphia 1881.

— The comparative action of sulphate of Daturia and of sulphate of Hyoscyamia upon the iris and ciliary muscle. Reprint from „American Journal of the Medical Sciences". Philadelphia 1882.

— Third annual report of the Ophthalmological Department of the State Hospital at Norristown for 1888. Extract. from the 8th Annual Report.

Sandberger, F. v., Bemerkungen über eine Kalktuff-Ablagerung im Becken von Wiesbaden. — Bemerkungen über einige Formen des Mosbacher Sandes. — Separatabdrücke aus „Neues Jahrbuch für Mineralogie" 1895, Band I.

Schweinfurth, G., Translation of a note on the salt in the Wady Rayan. [1894].

Veröffentlichungen des Allgemeinen Deutschen Bäderverbandes. Herausgegeben von F. C. Müller und J. H. F. Kraner. Jahrgang 2 (1893).

Sitzungen.

Die physikalisch-medizinische Societät hielt vom 1. November 1893 bis zum 31. Dezember 1894 sieben Sitzungen ab, deren wissenschaftliches Material teilweise in dem zuletzt erschienenen Hefte, teilweise in den nachstehenden Sitzungsberichten niedergelegt ist.

Verzeichnis der in den Sitzungen gehaltenen Vorträge.

Sitzung am 13. XI. 1893.

O. Knoblauch: Ueber Fluorescenz von Lösungen.
E. Wiedemann: Ueber Ozonbildung unter dem Einflusse elektrischer Entladungen.
I. Rosenthal: Mitteilung über Herzgifte.

Sitzung am 11. XII. 1893.

E. Beckmann: Mitteilungen über Untersuchungen von Nahrungs- und Genussmitteln.
H. Ebert: Ueber die Entwickelung der Theorien der elektrischen Erscheinungen vom Standpunkte der reinen Bewegungslehre aus.

Sitzung am 12. II. 1894.

E. Wiedemann: Ueber elektrische Entladungen.
G. Hauser: Demonstration von mit Formalin fixirten Bakterienkulturen.
M. Busch: Zur Kenntnis der Chinazoline.

Sitzung am 7. III. 1894.

A. v. Strümpell: J. Charcot.
H. Ebert: H. Hertz.

Sitzung am 11. VI. 1894.

I. Rosenthal: 1) Bericht über den XI. internationalen medizinischen Kongress in Rom.
2) Ueber thermoelektrische Bestimmung der Temperatur zu physiologischen Zwecken.
E. Selenka: Ueber die mongolische Rasse.



Sitzung am 9. VII. 1894.

E. Selenka: Kurze Mitteilung über den Schädel des Orangutan.
R. Fleischer: Kleinere Mitteilungen:
1) Ueber den Zuckergehalt verschiedener Backwaren.
2) Ueber die Wirksamkeit der Darmfermente.

Sitzung vom 10. XII. 1894.

I. Rosenthal: Demonstration einer Taube ohne Grosshirn.
A. Spuler: Zur Kenntnis der Schmetterlingsschuppen.
O. Knoblauch: Ueber Lichterscheinungen während der Krystallisation.

Inhalt.

Jean Martin Charcot.

Von Professor Dr. Adolf v. Strümpell.

(Gedächtnisrede gehalten in der Allgemeinen Sitzung am 7. März 1894.)

Am 16. August des vergangenen Jahres 1893 starb plötzlich und für die ferner Stehenden gänzlich unvermutet Jean Martin Charcot im Alter von 68 Jahren. Als diese Trauerbotschaft damals durch die ärztliche Welt und, wie man sagen kann, durch alle Kreise der Gebildeten eilte, wusste Jedermann, dass die Wissenschaft einen der grössten medizinischen Forscher aller Zeiten und die Kranken den berühmtesten Arzt der Gegenwart verloren hatten. Charcot's Name war nicht nur in seinem Heimatlande Frankreich, sondern in ganz Europa und in allen anderen zivilisierten Teilen der Erde bekannt. Von überall her, aus Europa, Nord-Afrika, Asien und Amerika kamen alljährlich in grosser Zahl Leidende nach Paris gepilgert, um hier bei Charcot Hülfe zu suchen, welche sie zu Hause nicht hatten finden können. Weit höher aber, als dieser ärztliche Ruhm, welchen sich zuweilen ja auch ein des Ruhmes Unwürdiger erwerben kann, stand die allgemeine wissenschaftliche Anerkennung, welche Charcot neidlos und enthusiastisch von allen Seiten entgegengebracht wurde. Auch unsere Societas physico-medica hat dieser Anerkennung öffentlichen Ausdruck gegeben, als sie ihn vor mehreren Jahren zu ihrem Ehrenmitglied ernannte. Unserem Kreise ziemt es daher auch, sich jetzt noch einmal das geistige Bild und die Bedeutung des Verstorbenen vors Bewusstsein zu führen und gern bin ich der Aufforderung unseres Vorsitzenden gefolgt, Ihnen, verehrte Herren, einige der wichtigsten Züge aus diesem Bilde darzulegen.

Ueber den äusseren Lebenslauf Charcot's vermag ich Ihnen nur wenige Daten mitzuteilen. Dieser Lebenslauf bietet auch, abgesehen von dem glänzenden Ziele, welches er erreichte, wenig Besonderes und Eigentümliches dar. Er spielt sich fast ganz ab in Pariser Hörsälen, Laboratorien und Krankenhäusern. Charcot's Leben war seine Arbeit und seine Forschung. Seine Heimat war Paris und zwar das schlichte, bürgerliche Paris.

Die Stätte seiner Lebensarbeit war die Salpêtrière in Paris, jenes grosse Siechenhaus, in welchem Tausende hülfloser und kranker Menschen verpflegt werden, welche durch ihre Leiden zu jeder sonstigen nützlichen Arbeit und Beschäftigung unfähig sind, an diesem Orte aber gerade durch ihre Leiden in eigenartiger Weise zu dem ideellen Fortschritte der Menschheit, zur Vermehrung des Wissens und der Erkenntnis beitragen. An dieser Salpêtrière hatte Charcot bereits bald nach Vollendung seiner medizinischen Studien das Jahr seines sogenannten Internats durchgemacht, hier wurde er später Chef de service (Oberarzt) und hier wurde ihm schliesslich im Jahre 1882 eine besondere Klinik für Nervenkrankheiten vom Staate eingerichtet.

Die besondere Art des Krankenmateriales, welches in der Salpêtrière untergebracht ist, musste die Aufmerksamkeit Charcots sehr bald vorzugsweise auf die Erkrankungen des Nervensystemes richten. Doch kommen wohl auch noch andere innere Umstände hinzu, welche dem Forschungstriebe Charcots gerade diese Richtung gaben. Die eigentümlichen funktionellen Leistungen des Nervensystems bringen es mit sich, dass bei keinem anderen Organ die Folgen der Erkrankung so häufig in äusserlich sofort auffallender, sichtlicher Weise und dabei in so wunderbar mannigfacher Form zu Tage treten, wie gerade bei den Erkrankungen der Nerven-Organe. Das schwerste Leiden des Herzens, der Lunge, des Magens, der Nieren kann bestehen, ohne dass der Kranke äusserlich andere, als allgemeine Zeichen seines Krankseins zur Schau trägt. Bei den eigentümlichen Lähmungen, Gehstörungen, Zuckungen, Zitterbewegungen, Krämpfen, Zwangsstellungen, Sinnes- und Geistesstörungen, welche durch Nervenleiden hervorgerufen werden, tritt dagegen häufig ein schon äusserlich ungemein auffallendes eigentümliches Krankheitsbild zu Tage. Zu der scharfen Erfassung und zum Festhalten dieser Krankheitsbilder gehört vor Allem eine Art künstlerischen plastischen Sinns, der das Charakteristische der äusseren Form rasch in sich aufnimmt, das Wesentliche vom Beiwerk leicht unterscheidet und hierdurch in den Stand gesetzt ist, auch im zunächst scheinbar Aehnlichen und Gleichartigen feinere, aber dabei doch wichtige und fundamentale qualitative Unterschiede zu erkennen. Dieser plastisch-künstlerische Sinn, für den Arzt und den Naturforscher überhaupt eine der wichtigsten Begabungen, ist eine häu-

fige glänzende Eigenschaft des französischen Geistes. Ihm verdanken wir die grössten Leistungen der französischen naturalistischen Malerschulen und es ist wohl auch kaum Zufall, dass in Frankreich gerade die Neurologie, welche nach dem vorhin Gesagten dieser Eigenschaft besonders bedarf, unter allen medizinischen Einzeldisziplinen die meisten glänzenden Vertreter gefunden hat. Charcot besass die erwähnte Eigenschaft im allerhöchsten Grade. Er selbst hat es auch sehr wohl gewusst, wie viel er dieser Begabung verdankt und immer wieder von Neuem betont er in seinen Vorlesungen seinen Schülern gegenüber, was es heisst „Sehen“ und „Sehen lernen“. Der gewöhnliche Mensch sieht nur das, was er zu sehen gelernt hat. Der Forscher, der mehr sieht, als ein anderer vor ihm gesehen hat, ist daher ein wahrer Seher!

Für den, der noch nicht sehen gelernt hat, ist jeder Gelähmte nur ein armer Krüppel, der seiner Gliedmassen nicht Herr und in dem Gebrauche derselben beschränkt ist, jeder Krampfkranke nur ein Mensch, der Arme oder Beine nicht still halten kann oder mit denselben um sich schlägt. Wie der Laie in jedem Vogelsang nur im Allgemeinen das Zwitschern und Pfeifen, der Vogelkundige aber hundert Unterschiede hört, wie den Laien die zahllosen Blumen des Waldes höchstens nach Grösse und Farbe verschieden zu sein scheinen, wo der Botaniker eine Fülle verschiedener Arten unterscheidet, so haben uns die grossen Neurologen und in den letzten Jahrzehnten vor Allen Charcot gelehrt, an den unbeweglichen, schlecht beweglichen oder krampfhaft bewegten Gliedmassen der Nervenkranken Unterschiede zu sehen, welche man früher nicht zu sehen verstand und in dem allgemeinen Bilde der Lähmung oder des Krampfes übersehen hatte. Wohl war es ein glücklicher Umstand, dass dieses sehende Auge Charcots seinen Blick richten durfte auf eine solche Fülle des zu Sehenden, wie es in der Salpêtrière angehäuft war, wo man wirklich nur zu sehen brauchte, um Entdeckungen zu machen. Aber ungeschmälert bleibt doch Charcots Verdienst, dass er das, was zu sehen war, auch wirklich sah.

Gleich die ersten Arbeiten, durch welche Charcot sich in der Neuropathologie berühmt machte, waren ein Ergebnis dieses Sehens. Schon längst wusste man, dass bei vielen Nervenkrankheiten ein Zittern in den Armen und Beinen vorkommt und

hatte auch für manche dieser Zitter-Krankheiten besondere Namen aufgestellt. Charcot sah aber, dass dieses Zittern, so gleichartig es auch bei oberflächlicher Betrachtung in allen Fällen erschien, bei genauerer Beobachtung doch bei verschiedenen Kranken in ganz verschiedener Weise auftritt. Bald bemerkte er es nur dann, wenn die Kranken sich völlig ruhig verhalten sollten, bald dagegen trat das Zittern nur dann in störender Weise auf, wenn die Kranken eine bestimmte Bewegung ausführen wollten, bald erfolgte es in regelmässig rhythmisch-oscillatorischer, bald in unregelmässig hin- und herfahrender Weise, bald war es mit diesen, bald mit jenen Nebenerscheinungen vereinigt. So kam Charcot darauf, von den vielen mit Zittern verbundenen Nervenkrankheiten zunächst vor Allen zwei besondere Formen abzusondern, von welchen er nun unter Berücksichtigung aller anderen Krankheitssymptome das vollständige charakteristische Krankheitsbild schuf: es waren dies die sogenannte Paralysis agitans und die sogenannte Multiple Sclerose des Nervensystems. Beide Krankheiten waren vor Charcot zwar nicht völlig unbekannt, aber sie wurden vielfach mit einander und mit anderen Krankheitsformen verwechselt. Charcot schuf ihr „Bild“, d. h. fixierte ihre eigenartigen charakteristischen Züge, lehrte sie sicher von einander zu trennen und im einzelnen Falle daher leicht jeder Zeit wiederzuerkennen. Wenn auch die von Charcot vor jetzt ca. 25 Jahren gezeichneten Krankheitsbilder später in einigen, keineswegs zahlreichen Einzelnheiten vervollständigt wurden, so sind sie doch, weil sie der Natur selbst mit sehendem Blick entnommen waren, noch jetzt unverblasst und in ihrer Wahrheit ein unvergänglicher Besitz der Wissenschaft geworden.

Dies eine Beispiel mag genügen, um Ihnen die Bedeutung Charcots für das, was er als „Nosographie“ bezeichnete, zu kennzeichnen. Ich muss mich jetzt einer zweiten, womöglich noch wichtigeren Richtung der Charcot'schen Arbeiten zuwenden, der Verbindung dieser Nosographie mit der pathologischen Anatomie. Wenn ich vorhin das künstlerische Talent für die rasche und sichere Auffassung des Aeusseren als einen besonders häufigen Vorzug des französischen Geistes bezeichnete, so hatte gerade dieses Talent schon vor Charcot einem anderen französischen Neurologen seine Bedeutung verliehen, dem ersten glänzenden Begründer der neueren französischen Neurologie Duchenne

(de Boulogne). Duchenne war ebenfalls ein Seher, ein klinisches Genie ersten Ranges, der aus der Fülle klinischer Erscheinungen zum ersten Male eine ganze Reihe charakteristischer Typen herausfand und wissenschaftlich fixierte. Allein Duchenne blieb im Wesentlichen bei seinen klinischen Untersuchungen stehen; freilich keineswegs aus Mangel an Einsicht und Wissenstrieb, als vielmehr durch äussere Umstände gezwungen (D. war niemals selbständiger Leiter eines grossen Krankenhauses) und im Zusammenhange mit dem ganzen damaligen Zustande der pathologisch-anatomischen Forschung.

Charcot stellte sich dagegen von vornherein auf den Standpunkt, dass die anatomische Untersuchung des gestorbenen Patienten in jedem Falle der notwendige und unabweisbare Schlussstein der wissenschaftlich-ärztlichen Untersuchung sein müsse. Die Methoden dieser Forschung waren Charcot von Anfang an geläufig; seit 1872 war er als ordentlicher Professor für pathologische Anatomie an der Pariser Fakultät angestellt. Diese in ihm persönlich erfolgende Vereinigung klinischer und anatomischer Forschungen war es, welcher er die grössten wissenschaftlichen Erfolge zu verdanken hatte.

Bei der Erforschung der Krankheiten des Nervensystems spielt die pathologische Anatomie eine ganz besondere, auch von ihrer sonstigen Bedeutung etwas abweichende Rolle. Zunächst muss ich daran erinnern, dass gerade im Nervensystem die krankhaften anatomischen Vorgänge sich oft nur an den feinsten, blos mikroskopisch sichtbaren Bestandteilen der Nervenorgane abspielen. Daher kommt es, dass die pathologische Anatomie des Nervensystems zu einer Zeit, wo die meist viel leichter erkennbaren groben anatomischen Veränderungen der erkrankten übrigen inneren Organe (Lunge, Herz, Magen, Niere) schon recht gut bekannt waren, sich nur auf einen verhältnismässig sehr kleinen Teil der überhaupt vorkommenden krankhaften Veränderungen beschränkte. Wohl kannte man schon lange die grossen Blutungen, Erweichungen und Geschwülste im Nervensystem. Die zahlreichen feinen und durch gewisse Eigentümlichkeiten besonders interessanten und wichtigen Erkrankungsformen des Nervensystems konnten aber erst allmählich entdeckt werden, seitdem die Fortschritte der mikroskopischen Technik es ermöglichten, auch die durch die feineren Erkrankungen einzelner Nervenfasern

und Nervenzellen hervorgerufenen Veränderungen genau zu erkennen. Auch hier war Charcot wieder zur rechten Zeit der rechte Mann am rechten Ort. Anatomisches Material bot gerade die Salpêtrière mit ihren zahlreichen unheilbaren Nervenkranken in grösster Fülle dar und die Fortschritte mikroskopischer Technik, welche vorzugsweise an deutsche Namen und nicht zum Mindesten auch an den Namen unseres verehrten Erlanger Mitgliedes Joseph Gerlach geknüpft sind, konnte sich Charcot leicht zu Nutze machen.

Bei diesen anatomischen Arbeiten war es nun, wobei bald ein anderer Gesichtspunkt hervortrat, welcher, wie oben schon angedeutet, gerade der pathologischen Anatomie des Nervensystems ihr eigenes Gepräge giebt. In den Central-Organen des Nervensystems laufen alle jene unzähligen Fäden zusammen, welche zur Anregung und Regelung der willkürlichen und automatischen Bewegungen, zur Aufnahme aller der mannigfachen Sinneseindrücke, zur Beherrschung der Blutströmung und der chemischen Ernährungs- und Absonderungsvorgänge bestimmt sind. Leitungsbahnen und Centren sind aus gleichartigen histologischen Elementen, aus Zellen und Zellausläufern, zusammengesetzt, welche alle in gleichartiger Weise erkranken können. Aber da jede Gruppe dieser an sich gleichartigen Elemente in anderer Weise in den Gesamt-Organismus eingeschaltet ist und daher besonderen Funktionen zu dienen hat, so muss die gleichartige Erkrankung von an sich gleichartigen Teilen doch nach dem verschiedenen Ort, wo sie stattfindet, ganz verschiedene Folgen und funktionelle Störungen nach sich ziehen. So kommt es, dass in der pathologischen Anatomie des Nervensystems weit mehr, wie auf allen anderen verwandten Gebieten, neben der Art der Störung auch der Ort der Störung eine überaus grosse Rolle spielt. Während eine Lungenentzündung im Allgemeinen ziemlich dieselben klinischen Erscheinungen macht, ob sie rechts oder links, in einem oberen oder einem unteren Lungenlappen sitzt, müssen Krankheitsherde im Nervensystem, je nachdem sie weiter vorn im Grosshirn oder im Hinterhauptslappen, auf der rechten oder auf der linken Seite desselben, in dem verlängerten Mark oder im Rückenmark sitzen, ganz verschiedene Symptome machen, auch wenn die Krankheitsherde an sich durchaus die gleiche Beschaffenheit haben. Darum hat die pathologische Anatomie des Nervensystems sich vor Allem

auch mit der genauen Lokalisation der Erkrankungen zu beschäftigen. Sie gewinnt hierdurch eine ganz neue Bedeutung, indem sie jetzt über das rein anatomische Geschehen hinaus die wichtigsten Ergebnisse für die Frage nach den Funktionen und nach der Bedeutung der einzelnen Teile des Nervensystems liefert. Man erkennt sofort, dass die pathologische Anatomie des Nervensystems diese wichtige Aufgabe nur dann erfüllen kann, wenn sie vollkommen Hand in Hand mit der klinischen Beobachtung geht und diese Vereinigung der Arbeit wird in der Regel nur dann eine vollständige sein können, wenn die klinische und die anatomische Untersuchung in einer und derselben Hand ruht. Darum hat Charcot sich stets gegen die vollständige Abtrennung der pathologischen Anatomie von der Klinik ausgesprochen. Für ihn war die anatomische Untersuchung stets die notwendige Ergänzung und der Abschluss der klinischen Beobachtung. Er wusste, dass der Anatom, welcher den Kranken zu Lebzeiten nicht beobachtet hat, kein wesentliches Interesse daran haben kann, ob ein Krankheitsherd in dieser oder jener Hirnwindung, eine graue Degeneration mehr hinten oder mehr seitwärts im Rückenmark sich ausdehnt. Für den Kliniker, der vorher den Ausfall besonderer nervöser Funktionen beobachtet hatte, waren aber gerade diese scheinbar geringfügigen Unterschiede in der Lokalisation der Erkrankungen von der allergrössten Bedeutung. Denn sie boten ihm ein Mittel dar, über die besondere physiologische Funktion der einzelnen Teile des Gehirns und Rückenmarks ein bestimmtes Urteil zu gewinnen.

Charcot selbst hat auf diesem Wege eine Reihe der wichtigsten physiologischen Thatsachen gefunden, seine Schüler und Nachfolger haben mit derselben Methode weiter gearbeitet und mit Stolz können wir Kliniker behaupten, dass eine Reihe der wichtigsten Fundamental-Thatsachen über die Physiologie des menschlichen Gehirns und Rückenmarks durch diese klinisch-anatomische Methode zuerst festgestellt ist.

In seinen „Leçons sur les localisations dans les maladies du cerveau et de la moelle épinière“ hat Charcot die Summe seiner klinisch-anatomischen Erfahrungen über die Lokalisationsgesetze bei den Krankheiten des Nervensystems niedergelegt. Selbstverständlich benützte er zu seinen Schlüssen stets auch gleichzeitig die Ergebnisse der anatomischen und physiologischen Untersuch-

ung und es war gewiss wiederum ein glücklicher Umstand für ihn und die Neurologie, dass er sich bei seinen Beobachtungen auf die fast gleichzeitigen berühmten Entdeckungen der isolierten Reizbarkeit einzelner Teile der Grosshirnrinde bei Tieren und der nach bestimmten Gesetzen erfolgenden Ausbildung der Markscheiden in den einzelnen Faserzügen des Nervensytems stützen konnte. Allein in vielen Punkten schritt auch die Charcot'sche klinisch-anatomische Beobachtung allen übrigen Untersuchungsmethoden voran, so vor Allem in der ersten genauen Feststellung des grossen Faserzuges motorischer Nerven, welcher von bestimmten Teilen der Grosshirnrinde durch das Rückenmark hindurch zu den Muskeln hinzieht.

Die Lage der motorischen Centren in der Gehirnrinde des Menschen konnte zwar aus der Analogie mit den Ergebnissen der Tierexperimente einigermassen vermutet werden. Allein die ersten umfassenden und wirklich beweisenden klinisch-anatomischen Untersuchungen über diese Centren verdanken wir doch Charcot und seinen Schülern (Pitres u. A.), welche auf Grund eines umfassenden eigenen Beobachtungsmateriales und unter Heranziehung und Verwertung aller bis dahin bekannten fremden Einzel-Beobachtungen zuerst die Thatsache feststellten, dass hauptsächlich Erkrankungsherde in den beiden sogenannten Centralwindungen des Grosshirns zu motorischen Störungen führen. Charcot stellte ferner fest, dass die zu oberst gelegenen Abschnitte dieser Windungen zu den Muskeln der unteren Extremitäten in direkter Beziehung stehen, während in den mittleren Abschnitten die sog. „Centren“ für die Armmuskeln, in den untersten Abschnitten die „Centren“ für die Muskulatur des Gesichts und der Zunge gelegen sind. Er lehrte ferner gewisse wichtige Eigentümlichkeiten der durch Erkrankungen dieser Centren auftretenden motorischen Störungen kennen, den isolierten umschriebenen Charakter der cortikalen Lähmungen und ihre häufige Verbindung mit umschriebenen epilepsie-ähnlichen Krämpfen. Alle diese Feststellungen waren nicht nur von höchstem theoretischen Interesse, sondern hatten dadurch noch eine besonders grosse praktische Wichtigkeit, dass die jetzt oft mögliche genaue *lokale* Diagnose von Krankheitsherden in der Hirnrinde den Versuch eines operativen Eingriffs gestattete. Die zahlreichen glänzenden Erfolge der Gehirnchirurgie in den letzten Jahren sind nur möglich geworden durch

die Sicherheit, mit welcher wir Aerzte jetzt wenigstens in vielen Fällen den genauen Sitz einer Geschwulst oder eines Eiterherdes in der Gehirnoberfläche diagnostizieren können.

Allein auf die Feststellung der motorischen Rindencentren beim Menschen blieben die Untersuchungen Charcots nicht beschränkt. Durch die genauere anatomische Untersuchung von Fällen gewöhnlicher cerebraler Hemiplegie fand er die Stelle, wo die Gesamtmasse der von den einzelnen motorischen Rinden-Centren kommenden, nach abwärts konvergierenden Fasern sich zum ersten Mal in der sogenannten inneren Kapsel des Gehirns zu einem geschlossenen Bündel vereinigt, wo also schon ein kleiner, kaum kirschengrosser Erkrankungsherd eine vollständige Lähmung der ganzen gegenüberliegenden Körperhälfte bewirken kann. Er fand ferner, dass diese halbseitige motorische Lähmung mit einer gleichzeitigen Abnahme der Hautempfindlichkeit verbunden war, wenn der Krankheitsherd noch weiter nach hinten bis ans hinterste Ende der inneren Kapsel heranreichte und schloss daraus, dass hier, hinter der motorischen Bahn, der Durchgang der sensiblen Nervenfasern zur Hirnrinde in einem geschlossenen Bündel stattfinden müsse. Charcot entdeckte damit überhaupt die erste sichere Lokalisation der sensiblen Gehirnbahnen.

Fast noch wichtiger, weil von der grössten prinzipiellen Bedeutung für die gesamte Neuropathologie, war aber die Entdeckung einer besonderen eigentümlichen Krankheitsform, deren anatomische Grundlage in einer primären und symmetrischen Degeneration der ganzen motorischen Leitungsbahn von der Gehirnrinde bis zu den Muskeln besteht. Charcot fasste das hierdurch entstehende eigenartige Krankheitsbild in scharfer Weise auf, unterschied es von ähnlichen andern Zuständen und zeigte die völlige Kongruenz der klinischen Symptome mit der anatomischen Erkrankung. Seine Beschreibung dieser Krankheit war in der That von vorn herein eine so präcise und umfassende, dass spätere Beobachter nur in verhältnismässig nebensächlichen Punkten die Schilderung Charcots erweitern konnten. Mit völligem Recht nennen die Franzosen daher diese Krankheit, welche Charcot selbst in zutreffender Berücksichtigung der klinischen und anatomischen Vorgänge „sclérose latérale amyotrophique“ genannt hatte, die Maladie de Charcot. Die Lehre von der amyotrophischen Lateralsclerose entsprang, um mich eines Ausdrucks Pierre

Marie's zu bedienen, in der That fertig, wie Minerva, aus dem Haupte ihres Schöpfers.

Die grosse Bedeutung der Entdeckung der amyotrophischen Lateralsclerose liegt zunächst in dem hierbei zum ersten Mal mit Bestimmtheit geführten Nachweis, dass ein einzelnes bestimmtes physiologisches Fasersystem primär und isoliert erkranken kann. Diese Thatsache ist nicht nur vom allgemein-pathologischen Standpunkt aus höchst interessant; sie eröffnete auch eine Möglichkeit, in vollkommen sicherer Weise den Verlauf eines bestimmten Fasersystems, und zwar hier des grossen cortico-muskulären Leitungssystems, von seinem Ursprung bis zu seiner Endigung genau zu verfolgen. Unter normalen Verhältnissen, wo die einander vollkommen ähnlich aussehenden Nervenfasern aller möglichen Funktionen eng beisammen liegen, ist eine Sonderung der einzelnen Systeme gar nicht möglich. Ist aber ein bestimmter Faserzug erkrankt, so kann man denselben durch seine veränderte Beschaffenheit in jedem Querschnitt des Gehirns oder Rückenmarks leicht erkennen. Charcot konnte auf diese Weise durch die anatomische Untersuchung seiner Fälle von amyotrophischer Lateralsclerose den Nachweis liefern, dass die motorischen Fasern aus dem Gehirn durch die Pyramiden des verlängerten Marks in die Seitenstränge des Rückenmarks eintreten und von hier aus in Beziehung treten zu der centralen grauen Substanz desselben. Hier liegen in den sog. Vorderhörnen jene grossen Ganglienzellen, deren Ausläufer direkt in die peripherischen Nervenfasern übergehen und in den Muskeln endigen. Ein grosser Fortschritt war es ferner, dass Charcot zuerst die intime trophische Abhängigkeit der Muskeln von jenen soeben erwähnten Ganglienzellen nachwies und den seitdem hundertfältig bestätigten Satz aufstellte, wonach jede Erkrankung dieser Ganglienzellen eine Atrophie der zu ihnen gehörigen Muskeln zufolge haben muss.

Auf weitere Einzelheiten aus der grossen Reihe anatomischer und klinischer Arbeiten Charcots hier einzugehen, würde mich zu weit führen. Die mitgeteilten Beispiele werden Ihnen gezeigt haben, von wie grundlegender Bedeutung die wissenschaftliche Thätigkeit Charcots war. Bei der grossen Regsamkeit und dem ausdauernden Fleiss zahlreicher anderer gleichzeitiger Forscher auf neurologischem Gebiete war es Charcot natürlich nicht vorbehalten, auf allen Punkten ganz allein und selbständig seine

wissenschaftlichen Eroberungen zu machen. In vielen einzelnen Fragen trafen sich die von verschiedenen Seiten und zum Teil auch von ganz verschiedenen Standpunkten ausgehenden Arbeiten zusammen. Dann aber zeigte sich oft wiederum besonders deutlich die grosse Befähigung Charcots, die zahlreichen einzelnen herbeigetragenen Bausteine zu einem einheitlichen geschlossenen Gebäude zusammenzufügen. Besonderen Anlass hierzu gab meist die Art, wie Charcot seine eigenen Arbeiten und Untersuchungen fast ausschliesslich veröffentlichte, nämlich in seinen Leçons. In den Vorlesungen, welche er an der Salpêtrière, vor einem Publikum hielt, welches wohl nur zum kleinsten Teil aus Studenten, zum grössten aus Aerzten, ja sogar vielfach aus jüngeren Fachkollegen bestand, behandelte er in jedem Jahr ein Gebiet, welches ihn in der letzten Zeit besonders interessiert hatte. In diesen Leçons, die grösstenteils unmittelbar oder wenigstens bald darauf gedruckt erschienen, vereinigte Charcot die Summe seiner eigenen Beobachtungen mit allen fremden dasselbe Gebiet betreffenden Untersuchungen zu einem geordneten übersichtlichen Ganzen. Manche vereinzelte fremde Beobachtung fand hierbei jetzt erst ihre rechte Beleuchtung und ihre rechte Stelle. In der neurologischen Fachlitteratur war Charcot sehr bewandert und insbesondere dürfen wir Deutschen uns darüber freuen, dass er die deutsche Wissenschaft stets ungemein hoch geschätzt hat. In fast allen seinen Arbeiten findet man mindestens ebenso viel Citate aus der deutschen neurologischen Litteratur, wie aus der französischen.

Ein wichtiges Arbeitsfeld, dem sich Charcot in den letzten Jahren seines Lebens mit besonderer Vorliebe widmete, muss ich aber doch noch hier hervorheben. Es ist dies seine eingehende Beschäftigung mit der Hysterie und mit gewissen verwandten Erscheinungen, vor Allem mit dem Hypnotismus. Die klinische Sehergabe Charcots bewährte sich hierbei wiederum in bewunderungswürdiger Weise. Vor Charcot galt die Hysterie vielfach als eine Krankheit, in welcher gerade Regellosigkeit und Gesetzlosigkeit Gesetz und Regel sein sollten. Dem klinischen Scharfblick Charcots gelang es aber, auch in dieser verwirrenden Fülle scheinbar unvermittelter klinischer Erscheinungen Gesetz und Regel zu finden. Die ungemein grosse Häufigkeit, in welcher bei dem nervösen Volke der Franzosen die Hysterie auftritt, verschaffte Charcot ein enormes Beobachtungsmaterial. Die hyste-

rischen Kranken wurden schliesslich so zu sagen seine Lieblinge, und man kann Charcot nicht ganz von dem Tadel freisprechen, dass er in seinem Bestreben, auch hier feste klinische Gesetze zu finden, zuweilen zu rasch Verallgemeinerungen zog. Wer die Hysterie studieren will, muss vor Allem mit psychologischer Denkweise vertraut sein und verhältnismässig erst spät hat auch Charcot in der Hysterie das grundlegende psychologische Moment erkannt, durch dessen Wirksamkeit alle jene klinischen Gesetze eine ganz andere Bedeutung erlangen, wie bei den anderen anatomischen Erkrankungen des Nervensystems. Die Hysterie ist im Wesentlichen eine psychische Erkrankung, deren Erscheinungen nur ins körperliche Gebiet ausstrahlen. Durch das blosse Studium der körperlichen Symptome, wie es Charcot anfänglich gethan hat, werden wir daher niemals einen richtigen Einblick in das Wesen der hysterischen Erkrankungen erhalten. Wie bereits angedeutet, konnte diese Einsicht natürlich auch Charcot auf die Dauer nicht verschlossen bleiben. Hätte er länger gelebt, so würden wahrscheinlich auch seine zahlreichen Untersuchungen über die Hysterie den noch fehlenden Abschluss durch die genaue Erörterung des psychogenetischen Ursprungs aller echt hysterischen Erscheinungen gefunden haben.

Allein auch so ist die Summe dessen, was Charcot Grosses und Unvergängliches für die Neurologie geleistet hat, ungewöhnlich gross. Noch auf Jahrzehnte hinaus werden seine Arbeiten in vielen einzelnen Gebieten die Fundamente bilden, auf denen weiter gebaut werden muss. Und doch wäre es ein einseitiges Bild von Charcots wissenschaftlicher Bedeutung, wenn man ihn nur als den grossen Neurologen feiern wollte. Wie ich bereits vorhin erwähnt habe, war Charcot anfänglich Professor der pathologischen Anatomie und als solcher schon äusserlich genötigt, auch andere Gebiete ausser der Nervenpathologie in seinen Vorlesungen zu behandeln. Wenn diese Vorlesungen über Lungen-, Leber-, Nierenkrankheiten u. s. w. auch nicht die hohe wissenschaftliche Bedeutung besitzen, wie seine neurologischen Studien, so war es m. E. doch von der grössten Bedeutung für Charcot, dass er erst allmählich von diesem allgemein medizinischen Boden aus sich immer mehr und mehr auf sein späteres Spezialgebiet konzentrieren konnte. Weil Charcot zuerst Kliniker und Pathologe im allgemeinen Sinne des Wortes war, darum wurde er

später ein so grosser Neurologe. Denn jedes Spezialgebiet einer Wissenschaft kann in wahrhaft fördernder und fruchtbringender Weise nur betrieben werden, wenn man den Zusammenhang mit der Gesamtwissenschaft niemals aus den Augen verliert. Die Erfahrung hat uns stets gelehrt, dass die wahrhaft grossen Spezialisten zuvor und gleichzeitig stets auch bedeutende Forscher auf dem Gesamtgebiet ihrer Wissenschaft waren. So sind auch die grossen Neurologen fast alle zugleich grosse Pathologen gewesen: ich brauche nur an Namen wie Griesinger, Kussmaul, Friedreich u. A. zu erinnern. Noch mehr für die Neurologie als für die Klinik wäre es daher ein Unglück, wenn erstere von der letzteren abgetrennt werden sollte — wie hie und da der Wunsch geäussert worden ist!

Ich eile zum Schluss. Von dem wissenschaftlichen Forscher Charcot habe ich Ihnen in einigen grossen Umrissen ein Bild entworfen; gern würde ich Ihnen auch den Menschen Charcot noch näher bringen. Doch fehlen mir hierfür die genaueren Dokumente. Nur einmal habe ich die Freude gehabt, mit Charcot persönlich zusammenzukommen, in seinem schönen Landhause in Neuilly bei Paris, wohin er mich zur Zeit der letzten Pariser Ausstellung eingeladen hatte. Er entfaltete hier im Umgang alle Liebenswürdigkeit des gebildeten Franzosen und im Gespräch allen Esprit des französischen Gelehrten. Ein Blick auf die Einrichtung seiner Umgebung liess den vollendeten Geschmack des geübten Kunstliebhabers erkennen. Die Beschäftigung mit den bildenden Künsten war überhaupt eine der Lieblings-Erholungen Charcots. Ein besonderes Spezialstudium machte er aus dem Aufsuchen alter klassischer, meist italienischer Gemälde, auf denen irgend welche pathologischen Zustände abgebildet waren. Namentlich die zahlreichen Bilder von den Wunderheilungen Besessener, oder von Krüppeln und Lahmen flössten ihm Interesse ein und er wies unzweideutig nach, dass die alten Meister auch hierin getreu der Natur gefolgt sind. Denn in vielen dieser Bilder konnte man unzweideutig ganz bestimmte Krankheitszustände und zwar bemerkenswerter Weise meist unzweifelhaft hysterische Zustände wieder erkennen. Kein Wunder also, dass diese Wunder wirklich gelangen.

Als Lehrer genoss Charcot eine ganz ausserordentliche Beliebtheit. Sein Vortrag wird als nicht gerade äusserlich glän-

zend, aber doch im höchsten Grade klar und fesselnd geschildert. Gelesen, erscheinen die meisten seiner Vorträge auch der Form nach als klassische Meisterwerke. Unendlich gross war die wissenschaftliche Anregung, welche Charcot seinen Schülern, vor Allem natürlich seinen Landsleuten gegeben hat. Man kann unbedenklich behaupten, dass von allen einzelnen medizinischen Disziplinen gegenwärtig in Frankreich sicher die Neuropathologie den höchsten Rang einnimmt und dass dieser Umstand unzweifelhaft mit in erster Linie eine Folge der Wirksamkeit und allseitigen Anregung Charcots ist. Unter den Schülern Charcots befindet sich eine ganze Anzahl der ausgezeichnetsten neurologischen Forscher. Die „Schule der Salpêtrière" wird später ein historischer Sammelbegriff werden; als ihren Begründer und ihr Haupt wird man aber, so lange die Wissenschaft ihre Meister ehrt, stets mit Ehrfurcht und Dankbarheit nennen

Jean Martin Charcot.

Heinrich Hertz.

Von Hermann Ebert.

(Gedächtnisrede gehalten in der Allgemeinen Sitzung am 7. März 1894.)

Der erste Tag dieses Jahres hat uns ein Mitglied entrissen, dessen Verlust uns ganz besonders nahe berührt. Wenn nach langer Forscherlaufbahn, nach thatenreichem Leben ein Altmeister der Wissenschaft zur Ruhe eingeht, so beklagen wir den Verlust, aber wir fügen uns in das unerbittliche Walten der Naturgesetze. In Heinrich Hertz wurde uns ein Forscher ersten Ranges mitten in seinem Schaffen fast am Beginne des reiferen Mannesalters entrissen.

Die Trauerkunde hat die weitesten Kreise ergriffen, und so ist es wohl geziemend ihm auch an dieser Stelle einen kurzen Nachruf zu widmen.

Ueberblicken wir zunächst die Entwickelung seiner äusseren Lebensverhältnisse während der kurzen Spanne Zeit, welche ihm zu durchmessen vergönnt war [1]).

Heinrich Rudolf Hertz wurde am 22. Februar 1857 als ältester Sohn des damaligen Rechtsanwaltes, späteren Senators Hertz zu Hamburg geboren. Seine Mutter stammte aus Frankfurt a. M. Nachdem er bis zu seiner Konfirmation eine Bürgerschule besucht hatte, bereitete er sich in den Jahren 1873/74 im elterlichen Hause auf das Studium vor, trat Ostern 1874 in die Oberprima der Gelehrtenschule des Johanneums seiner Vaterstadt ein und verliess dieselbe Ostern 1875, also im 18. Lebensjahre, mit dem Zeugnis der Reife.

---

1) Die folgenden biographischen Notizen verdanke ich der Liebenswürdigkeit von Frau Professor verw. Hertz, wofür ich derselben auch an dieser Stelle meinen wärmsten Dank aussprechen möchte.



Schon als Knabe entwickelte er neben grossen Geistesanlagen ein starkes Pflichtgefühl und ein ungewöhnlich reges Interesse an den exakten Wissenschaften.

Als zwölfjähriger Schüler besuchte er Sonntags die Gewerbeschule, um sich im geometrischen Zeichnen zu üben.

Neben den Schulfächern übte er eifrigst seine mechanischen Fertigkeiten und machte die gerade für den Physiker so wichtige praktische Schulung an der Hobel- und Drechselbank durch; sein Handgeschick liess ihn trotz der einfachsten Hilfsmittel ganz brauchbare Instrumente fertigen; so baute er sich einmal einen Spektralapparat u. a. m.

Als er das Gymnasium verlassen hatte, trat die Aufgabe an ihn heran, einen Beruf zu wählen. Der Wunsch, Nützliches und Dauerndes zu schaffen und die ihm angeborene übergrosse Bescheidenheit, welche ihn damals noch vollkommen daran zweifeln liess, auf rein wissenschaftlichem Gebiete jemals Befriedigendes leisten zu können, ausserdem wohl die frühgeweckte Freude an praktischer Bethätigung seiner Kräfte, liess ihn sich dem Ingenieurfache und zwar dem Baufache zuwenden. Zur Vorbereitung auf diesen Beruf arbeitete er während des Jahres 1875/76 als Volontär in dem städtischen Bauamte in Frankfurt a. M., eine Vorbereitung, die damals noch bei dem Baufache verlangt wurde. Hierauf ging er nach Dresden für das Sommersemester 1876 an die Technische Hochschule. Von Oktober 1876—77 erfuhren seine Studien eine Unterbrechung durch die Ableistung der einjährigen Militärdienstpflicht, der er im Eisenbahnregimente zu Berlin genügte. Im Herbst 1877 ging er nach München. Hier vollzog sich der bedeutsame Umschwung in Hertz, der ihn aus einem Manne der Praxis zu einem Gelehrten werden liess. Er erkannte, dass seine Natur nur in der Beschäftigung mit der Wissenschaft volles Genügen finden könne, und er wandte sich hier in München speziell der Mathematik und Physik zu.

Schon nach einem Jahre, im Herbst 1878, siedelte er an die Universität Berlin über, wo er in das v. Helmholtz'sche Laboratorium eintrat. Seine Ausbildung vollzog sich ungewöhnlich rasch. Schon 1879 löste er eine von der philosophischen Fakultät gestellte Preisarbeit über die in Spiralen und Drähten induzierten Extraströme, eine Arbeit, die experimentell wie theoretisch nicht leicht war; 1880 promovierte er, und im gleichen Jahre schon erwählte

ihn v. Helmholtz zu seinem Assistenten im physikalischen Institute, also nur drei Jahre, nachdem er sich überhaupt dem Studium der Physik zugewandt hatte.

Ostern 1883, also im 26. Lebensjahre, habilitierte er sich auf Rat von v. Helmholtz in Kiel und erhielt zugleich einen Lehrauftrag für theoretische Physik von Seiten des Preussischen Unterrichtsministeriums. Ostern 1885, 28 Jahre alt, erhielt er einen Ruf als ordentlicher Professor der Physik an die Technische Hochschule zu Karlsruhe. Hier sind seine bahnbrechenden experimentellen Arbeiten entstanden. 1886 verheiratete er sich mit Elisabeth Doll, der Tochter des Professors der Geodäsie an derselben Hochschule.

Als im Jahre 1889 der Tod den Begründer der mechanischen Wärmetheorie Clausius in Bonn hinwegraffte, trug man kein Bedenken, den damals erst 32 Jahre zählenden Hertz durch die Nachfolgerschaft eines Clausius zu ehren; Ostern 1889 wurde er nach Bonn berufen.

Hier in gesicherter, ehrenvoller Lebensstellung angelangt, geehrt und bewundert im In- und Auslande, in einem Alter, in dem gewöhnlich die Schaffenskraft sich erst voll entfaltet, meldete sich schon sehr bald der heimtückische Feind, der der bisher so glänzenden Laufbahn ein so tragisches Ende bereiten sollte. Schon seit Mitte des Jahres 1892 begann eine vielleicht von einer Eiterung in der Kieferhöhle ausgehende chronische Blutvergiftung seine frühere, treffliche Gesundheit zu untergraben. Die akute Gefahr, die im November 1892 eintrat, wurde durch eine glückliche Operation beseitigt und er konnte während des Sommersemesters 1893, ja bis zum 7. Dezember desselben Jahres, also bis kurz vor seinem Hinscheiden, die Vorlesungen abhalten, wenn auch zuletzt nur mit grosser Anstrengung. Dann aber äusserte die Krankheit in wenig Wochen ihre tödliche Wirkung; am ersten Januar dieses Jahres starb Heinrich Hertz im 37. Lebensjahre. Was er gelitten hat, war nach den Angaben der ihm nahe gestandenen, vor allem seiner Gemahlin, welche ihn bis zuletzt treulichst pflegte, unaussprechlich. Mit ihm starb nicht nur ein grosser Gelehrter, sondern auch ein edler Mensch, der das seltene Glück gehabt hat, viele Bewunderer, aber keinen Feind und Neider zu haben; wer ihm persönlich näher trat, war entzückt von seiner Bescheidenheit und hingerissen von seiner Liebenswürdigkeit; er war ein treuer

Freund seinen Freunden, ein geliebter Lehrer seinen Schülern, die sich, zum Teil weit herkommend, schon in grösserer Anzahl um ihn zu sammeln begannen, ein liebevoller Gatte und Vater den Seinigen.

Einfach und schlicht ist der äussere Lebensgang von Heinrich Hertz gewesen. Welche Welt thut sich uns aber auf, wenn wir das wissenschaftliche Leben betrachten, welches sich in jenem zeitlich so eng begrenzten Rahmen abspielt. Dasselbe in gedrängten Zügen in seiner Entwickelung zu schildern, soll die Aufgabe der folgenden Seiten sein.

Gewöhnlich spricht man nur von den späteren epochemachenden Arbeiten; sie sind es, welche allein in weiteren Kreisen bekannt geworden sind. Aber es ist sehr lehrreich, wieder einmal auf die älteren Arbeiten von dem durch die neueren eroberten höheren Standpunkte aus zurückzublicken. Ferner erkennt man, wie sich die späteren, das ganze Gebiet umgestaltenden Arbeiten organisch aus ihnen entwickelt haben; sie stellen zum Teil gewissermassen Vorstufen für die späteren Versuchsreihen dar, denn Hertz kam nicht durch Zufall auf seine Untersuchungen über die Ausbreitung der elektrischen Kraft; es waren weit angelegte und planvoll verfolgte Gedankenreihen, welche durch jene Untersuchungen gekrönt wurden, wenn auch der günstige Zufall manches förderliche Hilfsmittel an die Hand gab, welches das Ziel schneller erreichen liess. Ich will mich auf die elektrischen Arbeiten allein beschränken und die Arbeiten Hertz' über die Verdunstung der Flüssigkeiten, insbesondere des Quecksilbers im luftleeren Raume, über den Druck des gesättigten Quecksilberdampfes, seine meteorologischen Untersuchungen, seine Untersuchungen in dem Gebiete der Elastizitäts- und Festigkeitslehre hier nur erwähnen; sie zeigen die Vielseitigkeit seiner Forschungen.

Seine wissenschaftliche Thätigkeit beginnt, wie erwähnt, mit der Lösung einer Preisaufgabe.

Von der philosophischen Fakultät der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin war den Studierenden für das Jahr 1879 die Aufgabe gestellt worden, über die Intensität der elektrischen Extraströme Versuche anzustellen. Das Problem, welches durch

sie der Lösung näher gebracht werden sollte, war ein altes und für die älteren Theorieen der elektrischen Erscheinungen sehr wichtiges. Diese Theorieen gingen von der Hypothese eines in den stromführenden Leitern bewegten Fluidums, der Elektrizität, aus. Lag den elektrischen Erscheinungen wirklich etwas Stoffliches zu Grunde, so musste dieses hypothetische Etwas eine Masse, wenn auch eine sehr geringe, besitzen. Hatte es eine Masse, so musste es bewegenden, d. h. „elektromotorischen Kräften“ gegenüber eine Trägheit besitzen und musste, einmal in Bewegung gesetzt, vermöge seiner Masse und Geschwindigkeit einen gewissen Vorrat von kinetischer Energie enthalten. Diese kinetische Energie musste sich nachweisen lassen, wenn man etwa in einer Spirale den Strom abwechselnd rasch öffnete und schloss; dann treten in der Spirale in Folge der induzierten Wechselwirkung der einzelnen Teile aufeinander die „Extraströme“ auf, in deren Energie sich jene der bewegten elektrischen Massen wiederfinden musste. Eine genaue numerische Bestimmung dieser Grösse und damit der Quantität elektrischen Fluidums etwa in einem Kubikmillimeter eines stromführenden Drahtes durfte man freilich bei der Schwierigkeit der anzustellenden Messungen von vornherein nicht erwarten; man musste sich damit begnügen, eine obere Grenze für jene Energiemenge aufzusuchen, also die Frage zu beantworten: wie gross kann diese Energiemenge höchstens sein?

Dieser Aufgabe ist die erste grössere Experimentaluntersuchung von Hertz gewidmet. Sie erschien unter dem Titel: „Versuche zur Feststellung einer oberen Grenze für die kinetische Energie der elektrischen Strömung“. Das Ergebnis der Versuche war ein negatives: Da die gefundene obere Grenze immer tiefer herabsank, je genauer die Versuche ausgeführt wurden, so musste man schliessen, die gesuchte Quantität würde sich schliesslich auf Null reduzieren, wenn es gelänge, der Beobachtungsfehler völlig Herr zu werden. Aber es war gewiss für Hertz bedeutungsvoll, dass er sich schon bei seiner ersten Arbeit auf elektrischem Gebiete davon überzeugte, dass die Vorstellungen von der Substantialität der sog. „Elektrizität“ unzureichend sind und dass das zu Grunde gelegte Fluidum sich in dem Grade verflüchtigte, wie man ihm mit verschärften Beobachtungsmitteln auf die Spur zu kommen suchte.

Schon diese erste Arbeit des 22 Jahre alten Forschers verrät

grosses experimentelles Geschick. Hier übt er sich in dem Umgang mit lang ausgespannten Drähten, grossen Drahtrechtecken, die er in dem Bodenraum des Laboratoriums ausspannt, Anordnungen, die später sein meisterhaft gebrauchtes Handwerkszeug werden sollten. Besonders sinnreich ist die Einrichtung eines Kommutators, der bei einfacher Drehung eine Menge von Ein-, Aus- und Umschaltungen eines komplizierten Systems von Leitungen selbstthätig und in gesetzmässiger Reihenfolge besorgt. Dass Hertz schon damals auch das wichtige Hilfsmittel der mathematischen Theorie beherrschte, zeigt er bei der Berechnung der Wirkung der einzelnen Spiralwindungen und Windungslagen aufeinander, bei der Berechnung des Selbstpotentiales seiner Spiralen.

Hertz ist auf dasselbe Thema ein Jahr später nochmals zurückgekommen („Obere Grenze für die kinetische Energie der bewegten Elektrizität"). Er wendete dabei eine weit direktere und empfindlichere, dabei auch theoretisch einwurfsfreiere Methode an. Eine sehr dünne, auf Glas chemisch niedergeschlagene Silberschicht wurde von einem starken Strome in einer Richtung durchströmt; die Stromdichte, d. h. nach der alten Vorstellung die in einem Kubikmillimeter des Silbers bewegte Elektrizitätsmenge war hierbei möglichst gross. War das Bewegte nur den stromantreibenden Kräften der erregenden galvanischen Kette unterworfen, so wurde die Platte symmetrisch zu der Zu- und Ableitungsstelle durchströmt; liess man also in einer zu ihrer Verbindungslinie senkrechten Richtung zwei Drähte an der Platte enden, welche zu einem empfindlichen Galvanometer führten, so konnte durch diese Transversalleitung kein Strom abfliessen. Die Platte wurde nun auf einem Rotationsapparat senkrecht zu dessen Axe befestigt und um ihren Mittelpunkt in ihrer Ebene rasch herumgedreht. Wenn der strömenden Elektrizität irgend etwas zu eigen war, was man eine Trägheit nennen könnte, so mussten die Strömungen bei der Rotation in ganz ähnlicher Weise von ihrer ursprünglichen Richtung abweichen, wie die vom Aequator nach den Polen abfliessenden Luftströmungen des rotierenden Erdkörpers von der Süd-Nordrichtung abweichen und die schräg gegen die Meridiane verlaufenden Passatwinde erzeugen. Dann musste ein Teil der Strömung sich auch gegen die Transversalleitung wenden. Hier musste ein, wenn auch schwacher Strom sich bemerkbar machen. Zahlreiche Fehlerquellen, Thermoströme an den schon durch den

Luftzug verschieden erwärmten Kontaktstellen, Spannungen in der rotierenden Platte in Folge der Centrifugalkräfte u. s. w. treten hierbei natürlich auf und verschleiern das gesuchte Ergebnis zum Teil. Aber Hertz wusste durch eine geschickte Kombination von Einzelversuchen bei abgeänderten Versuchsbedingungen diese Fehlerquellen auf ein Minimum herabzudrücken. Trotzdem zeigten die 320 angestellten Einzelbeobachtungen keine positive Wirkung; der dadurch bestimmte Grenzwert zeigt, dass die kinetische Energie einer elektrischen Strömung von der (elektromagnetisch gemessenen) Dichte 1 in einem Kubikmillimeter eines silbernen Leiters noch nicht so gross ist, als wenn sich die Masse von 1/50000 Milligramm mit der Geschwindigkeit eines Millimeters pro Sekunde fortbewegt. Am Schlusse der genannten Abhandlung deutet er auf die Möglichkeit hin, bei Elektrolyten positive Resultate zu erhalten, wo die Elektrizitätsmengen ja an körperliche Träger, die Jonen, geheftet sich mit diesen fortbewegen. In der That haben neuere Versuche diese Vermutung von Hertz bestätigt und z. B. in den Händen von Colley und Descoudres zu den erwarteten Resultaten geführt. Hier ist es aber nicht die Trägheit der Elektrizität selbst, sondern die ihrer materiellen Träger, welche die Erscheinungen bedingen.

Seine Doktordissertation vom Jahre 1880 behandelt die Induktion in rotierenden leitenden Kugeln oder Hohlkugeln zwischen Magneten vom Standpunkte der Neumann'schen Theorie aus.

Schon 1881 sehen wir ihn Fälle der elektrischen Ausgleichungen untersuchen, welche den alten Theorieen ferner lagen. Eine interessante Arbeit, welche hieher gehört, ist die „Ueber die Vertheilung der Elektrizität auf der Oberfläche bewegter Leiter“. Die Fernewirkungstheorie zeigt, dass bei jedem in Ruhe befindlichen elektrisch geladenen Körper die Elektrizität sich ganz auf der äusseren Oberfläche befindet, dass also bei einem Hohlkörper die innere Fläche frei von jeder Spur des hypothetischen Fluidums ist und dass im ganzen Leiterkörper nirgends Verschiedenheiten des elektrischen Potentiales bestehen, dass dieses vielmehr einen allenthalben im Inneren der Metallmasse konstanten Wert besitzt. Hertz fragt sich nun, was eintritt, wenn so geladene Leiter gegeneinander bewegt werden? Die Verteilung der Elektrizität auf der Oberfläche muss in jedem Augenblick eine andere sein als auf der Oberfläche ruhender Leiter, selbst wenn diese genau an

dieselbe Stelle des Raumes gebracht würden, den im betreffenden Moment der bewegte Leiter inne hat; ferner ist das Potential weder an der Oberfläche noch im Inneren mehr konstant und während ein ruhender metallischer Hohlkörper seinen Innenraum vor elektrischen Kraftwirkungen völlig schirmt, so kann dies bei einem bewegten Körper nicht mehr der Fall sein. Es treten Strömungen im Inneren ein, damit Wärmeentwickelung und scheinbare Energieverluste; die kontinuierliche Bewegung geladener Leiter gegeneinander ist also nur möglich bei Zuführung äusserer Arbeit.

Hertz entwickelt mit grosser Geschicklichkeit die für diese Fälle geltenden Formeln; dabei sind die Formeln der gewöhnlichen Elektrostatik geeignet zu erweitern. Die allgemeinen Schlüsse wendet er auf die besonders wichtigen Fälle der um eine Axe mit konstanter Geschwindigkeit in einem elektrischen Felde rotierenden Rotationskörper an, insbesondere auf rotierende Voll- und Hohlkugeln und Voll- und Hohlzylinder. In diesen bilden sich selbst im „homogenen" Felde elektrische Strömungen aus, welche durch die Rotationsbewegung in eigentümlicher Weise abgelenkt werden, Kraftwirkungen dringen durch den Metallkörper in das Innere, dasselbe wird also nicht mehr vollkommen geschirmt u. s. w. Hertz stellt hierüber auch einen Versuch an: Ueber einer horizontalen nur mässig gut leitenden Platte aus Glas schwingt an einem Metalldrahte eine mit horizontalen Metallplatten an den Enden versehene Nadel. Sowie diese geladen wird, also die Platten zu elektrischen Polen werden, zeigt sich die Schwingung stark gedämpft. Die Erscheinung ist analog der Dämpfung einer schwingenden Magnetnadel, welche in einer sie umgebenden Kupferhülle ihrer Bewegung entgegenwirkende Induktionsströme wachruft. In dieser Arbeit kommt schon folgende bedeutungsvolle Stelle vor: „Wird ein elektrischer Pol über eine ebene Platte in gleichbleibendem Abstande hingeführt, so folgt ihm die einmal erregte Elektrisierung, und die nächstliegende und auch wohl übliche Anschauung ist die, dass die materiell gedachte Elektrizität das Folgende sei, welche Annahme wir aber verwerfen." Hier sehen wir Hertz sich bereits loslösen von den „üblichen Anschauungen."

Im Jahre 1883 lenkt er seine Aufmerksamkeit einer Gruppe von Erscheinungen zu, welche ihn dauernd interessierte, den elektrischen Gasentladungen. In seiner ersten Arbeit auf diesem Gebiete:

„Ueber eine die elektrische Entladung begleitende Erscheinung“ beschreibt er eigentümliche leuchtende Strahlen und wolken- oder baumartige Gebilde, welche auftreten, wenn man die Entladungen eines Induktoriums in nicht zu stark verdünnten Gasen aus einer Röhre austreten lässt; die positive Elektrode befindet sich in der Seele des Rohres, die negative in der Nähe der Mündung. Die Versuche sind ausserordentlich variiert und die nur 8 Seiten lange Arbeit ist reich an Detail.

In das gleiche Jahr fallen die „Versuche über die Glimmentladung“; sie wurden noch in Berlin ausgeführt, sind aber schon aus Kiel datiert. Von den drei Hilfsmitteln, welche bis dahin zur Erzeugung und dem Studium der elektrischen Entladungserscheinungen, wie sie sich in verdünnten Gasräumen ausbilden, verwendet wurden, der Influenzmaschine, dem Induktorium und grossen galvanischen Ketten von hoher Spannung, verwendet Hertz das dritte. Er baute sich eine Batterie von 1000 Bleiplattenelementen, eine Akkumulatorenbatterie, welche ihm eine Spannungsdifferenz zur Verfügung stellte, die derjenigen von 1800 hintereinander geschalteten Daniell'schen Elementen gleichkam. Der von ihr gelieferte hochgespannte Strom wurde vermittelst Elektroden verschieden gestalteten Entladungsgefässen zugeführt. Hertz lenkte seine Aufmerksamkeit besonders denjenigen Lichterscheinungen zu, welche bei hoher Evakuation an der Kathode auftreten.

Hier sind es die Glimmlichtstrahlen und die ihnen gewiss verwandten sog. Kathodenstrahlen, über welche die Hertz'sche Untersuchung viele wichtige Daten zu Tage gefördert hat, ohne dass es ihm freilich vergönnt war, den Schleier vollkommen zu lüften. Es scheint, dass dieses überhaupt erst als möglich zu betrachten ist von den erweiterten Gesichtspunkten aus, welche die späteren Hertz'schen Untersuchungen eröffneten, nämlich von dem Standpunkte der Lehre von den elektrischen Schwingungen und elektrischen Wellen aus. Schon hier ist freilich gelegentlich von elektrischen Wellen die Rede, sogar von elektrischen Bewegungen, die sich wellenartig in einem Medium ausbreiten, aber die Vorstellungen sind noch nicht so abgeklärt, wie sie durch die späteren, schlagenden Versuche wurden.

Der erste Teil der Arbeit ist einer alten, vielumstrittenen Frage gewidmet: Sind die Entladungen durch ein verdünntes Gas

hindurch kontinuierlich oder diskontinuierlich? Sind sie insbesondere noch diskontinuierlich, wenn wir, wie es hier geschah, einen anscheinend kontinuierlichen Batteriestrom dem Gase zuführen?

Hertz versucht durch sinnreiche Anordnungen nachzuweisen, dass seine Entladungen kontinuierliche sind. Prüft man indessen die beigebrachten Argumente, so sieht man, dass sie nur zeigen können, dass die Zahl der einzelnen Entladungsstösse in der Sekunde nicht unter einer gewissen Grenze liegen können. Ob Intermittenzen von sehr grosser Zahl vorkommen oder nicht, darüber konnten die verwendeten Hilfsmittel nicht mit Sicherheit entscheiden, worüber sich auch Hertz selbst ganz klar war. Treten wir an die Erscheinungen mit der Vorstellung von Oszillationen heran, wofür schon die Abteilung der Lichtsäule in einzelne Schichten spricht, welche der Erscheinung die grösste Aehnlichkeit mit einem Interferenzphänomen eines periodisch veränderlichen Vorganges verleiht, so würde einem Schichtenabstand von 1,5 cm, wie er leicht hergestellt werden kann, eine Wellenlänge von 3 cm entsprechen. Durch die späteren Hertz'schen Versuche wissen wir, dass hierzu ein elektrischer Vorgang gehört, der in der Sekunde 10000 Millionen mal hin und her geht. Solche Intermittenzen waren durch die genannten Hilfsmittel nicht mehr nachweisbar, weil elektrische Vorgänge von solcher Wechselzahl gar nicht mehr den gewohnten Gesetzen der elektrischen Strömung gehorchen, wie ebenfalls erst durch Hertz's spätere Versuche gezeigt worden ist. Ein Eingehen auf Einzelheiten muss ich mir an dieser Stelle versagen. Gerade als ob ihn seine Beweisführung in diesem Punkte selbst nicht recht befriedigt hätte, deutet er am Schlusse des genannten Abschnittes die vermittelnde Anschauung an, wonach der Elektrizitätsausgleich durch das Gas hindurch als Ganzes zwar kontinuierlich sei, dass sich im Rohre selbst aber über den gleichförmig abfliessenden Strom Elektrizitätsbewegungen von oszillatorischer Art lagern könnten, eine Anschauung, welche durch neuere Untersuchungen mehr und mehr an Wahrscheinlichkeit gewinnt.

Weiter untersucht er die sehr wichtige Frage nach dem Verlaufe der Stromlinien in einem von elektrischen Entladungen durchsetzten Gase. Eine notwendige Voruntersuchung hierzu war der Nachweis, dass Kathodenstrahlen einen Magneten nicht ablenken, wiewohl sie selbst von diesem eine solche Ablenkung erfahren.

Ferner ergab sich, dass die Kathodenstrahlen nicht die Bahn der Entladung darstellen, sondern durch den Entladungsverlauf wohl ausgelöst werden, im Uebrigen aber eigenen Verbreitungsgesetzen gehorchen. Hier werden auch schon Versuche über die Absorption von Kathodenstrahlen angedeutet, welche später von Philipp Lenard neben einer Reihe anderer schöner Experimente ausgeführt worden sind.

Im letzten Teile dieser Abhandlung zeigt er u. A., dass die Kathodenstrahlen keine elektrostatischen Wirkungen ausüben, dass sie also insbesondere nicht aus von der Kathode fortgeschleuderten elektrisierten Teilchen bestehen können, eine Ansicht, welche mehrfach ausgesprochen wurde und noch vielfach festgehalten wird.

Hinweisen möchte ich noch auf die hier beschriebenen Versuche, welche die eigentümliche Fähigkeit der Kathodenstrahlen betreffen, quer zu ihrer Richtung den Ausgleich von elektrischen Spannungen und damit das Zustandekommen von „Transversalentladungen" zu vermitteln, Versuche die später von anderen Forschern weitergeführt worden sind. Diese Eigenschaft der Kathodenstrahlen erinnert an eine ganz analoge, später von Hertz entdeckte der Lichtstrahlen, namentlich der ultravioletten, welche gleichfalls diese auslösende Fähigkeit in hohem Masse besitzen.

Das Gesamtergebnis der Arbeit kann man dahin zusammenfassen, dass durch sie die auch von anderen Forschern, nament- E. Wiedemann und Goldstein in ähnlichen Formen geäusserte Ansicht gestützt wird, dass die Kathodenstrahlen einer gewissen Form von Aetherbewegungen ihre Entstehung verdanken, welche unter den bekannten Agentien denen des Lichtes am nächsten stehen und die durch die elektrischen Vorgänge zwar ausgelöst werden, aber im Uebrigen eine selbständige Erscheinung darstellen, wie etwa das Licht, welches von einer elektrischen Lampe ausgesendet wird.

Die letzte der in Berlin ausgeführten Arbeiten handelt: „Ueber das Verhalten des Benzins als Isolator und als Rückstandsbildner". Alle isolierenden Zwischenmittel zeigen mehr oder weniger die oft recht lästige Eigenschaft, dass sie einen Teil der auf sie wirkenden Spannungen in sich aufnehmen und zurückhalten. Aeltere Vorstellungen deuteten diesen Prozess der „Rückstandsbildung" gelegentlich so, dass sie annahmen, die Elektrizität

wandere zum Teil von den geladenen Leiterflächen z. B. den Metallplatten eines Kondensators aus in die isolierende Zwischenschicht wirklich hinein und setze sich hier fest. Nun hatte man aber schon bemerkt, dass eine erhebliche Rückstandsbildung wesentlich geknüpft ist an eine grössere Inhomogenität des Materiales, dass z. B. homogene Krystalle dieselbe nur in sehr geringem Masse zeigen. Um hierüber weitere Aufschlüsse zu erhalten, stellte Hertz Versuche mit Flüssigkeiten an, die ja leichter vollkommen homogen zu erhalten waren, und fand in dem käuflichen Benzin ein Medium, welches hinreichend gut isolierte, um für die genannten Zwecke dienlich zu sein. Es zeigte sich zunächst, dass die Isolationsfähigkeit des Benzins stieg mit anhaltender Wirkung der elektrischen Kräfte. Als Ursache wurde eine zunehmende Befreiung von gelösten oder suspendierten Verunreinigungen erkannt; es findet also unter dem Einflusse elektrischer Ladungen eine „elektrische Reinigung“ der Flüssigkeit statt. Weiter ergab sich, dass mit dieser zunehmenden Reinigung auch die Rückstandsbildungen sich verminderten. Dieselben waren also in der That auf Inhomogenitäten zurückzuführen. Nicht ein Einwandern freier Elektrizitäten findet statt, sondern der elektrische Spannungszustand ergreift die einzelnen Fremdkörperchen, die in dem Medium eingebettet sind und versetzt sie in eine Art elektrischen Zwangszustand, den sog. „Polarisationszustand“. Dass dem wirklich so ist, zeigte Hertz, indem er die Flüssigkeit aus dem trogförmigen Kondensator, der zu diesen Versuchen gedient hatte, plötzlich abliess, oder in sie von oben her metallische mit dem Elektrometer verbundene Platten einsenkte, welche das Vorhandensein dieses Polarisationszustandes inmitten des Mediums deutlich anzeigten.

Der chronologischen Ordnung etwas vorgreifend, will ich noch kurz erwähnen eine kleine Mitteilung: „Ueber die Dimensionen des magnetischen Pols in verschiedenen Masssystemen“, in der Hertz sich an dem seiner Zeit brennenden Streite über die zu wählenden Dimensionen der elektrischen Masseinheiten, wenn auch nur ganz objektiv beteiligt. Er zeigt, dass man das sog. „elektromagnetische“ Mass nicht deshalb mehr berechtigt als das „elektrostatische“ betrachten dürfe, weil es nicht wie dieses zu Nichtübereinstimmungen zwischen Maxwell und Clausius führe, legt dar, worin die Unstimmigkeiten begründet liegen und weist nach, dass man das Verhältnis in der Uebereinstimmung bezw.

Nichtübereinstimmung der Festsetzungen von Maxwell und Clausius gerade umkehren könne, wenn man nicht vom elektrischen, sondern vom „magnetischen" Strom ausginge.

Wir kommen nun zu der eigenartigen und reizvollen, für die Weiterentwickelung der Hertz'schen Untersuchungen jedenfalls wichtigsten theoretischen Abhandlung aus dem Jahre 1884: „Ueber die Beziehungen zwischen den Maxwell'schen elektrodynamischen Grundgleichungen und den Grundgleichungen der gegnerischen Elektrodynamik". Ich möchte sie als die bedeutendste Leistung Hertz's auf theoretischem Gebiete bezeichnen.

Wie schon der Titel zeigt, sagt sich Hertz hier definitiv von den „üblichen" und namentlich in Deutschland herrschenden Theorieen der elektrischen Erscheinungen los, bekennt seine Gegnerschaft ihnen gegenüber und tritt offen in das Lager der Anhänger Maxwells über. Aber wie thut er dies? Nicht der Zauber, der damals noch die Maxwell'sche Theorie, namentlich den Teil, welcher die Lichterscheinungen auf magnetische und elektrische Erscheinungen zurückführte, mit einem gewissen Dunkel umhüllte, reizte ihn. Nicht die weiten Perspektiven und die Fülle neuer Probleme, zu welchen gerade diese Theorie einen erfindungsreichen Geist anregen musste, lockten ihn, nein, es war ein ernster Kampf der inneren Ueberzeugung, welcher ihm hier das Losringen von den alten, auch in ihm festgewurzelten Anschauungen gebot. Er weist zunächst nach, dass die Gleichungssysteme der alten Theorieen unvollständig sind, dass in ihnen gewisse Glieder fehlen, von denen selbst der Fernewirkungstheoretiker zugestehen musste, dass ihr Fehlen ein Mangel der Formeln ist. Fügt man diese Glieder aber zu, so werden die Formeln anfangs unhandlich und schwerfällig; an Stelle geschlossener Ausdrücke treten unendliche Reihen, deren Wert zwar einem bestimmten endlichen Grenzwert zustrebt, die aber doch recht wenig der Natur gemäss erscheinen, so dass das Unbehagen bei dem Gedanken, jetzt auf dieses Formelsystem angewiesen zu sein, durch den anderen, hier einmal den wahren vollständigen Ausdruck für die Beobachtungsthatsachen zu besitzen, nur unvollkommen aufgehoben wird. Da löst Hertz aus dem schwerfälligen Formelapparat ein Gleichungssystem von grosser Klarheit und Einfachheit heraus, ein System, welches der Kenner sofort als einen Bekannten aus der Maxwell'schen Theorie begrüsst. Die notwendige

Verbesserung der alten Theorieen führt also zu der Maxwell'schen Theorie. Diese musste demnach zum Ausgangspunkte aller weiteren Fortschritte gewählt werden. Aber auch die Maxwell'schen Formeln führt Hertz schon hier in der abgeklärten Form ein, die einen so wesentlichen Fortschritt der Theorie überhaupt bezeichnen sollte. Selbst ein so freier Geist wie Maxwell konnte sich nicht ganz frei machen von den älteren Vorstellungen, daher leiden auch seine Formeln an einer gewissen Schwerfälligkeit und zeigen einen Mangel an Einfachheit, der namentlich darauf zurückzuführen ist, dass die ihnen zu Grunde liegende Idee noch nicht konsequent und klar durch sie zum Ausdruck gebracht wird, sondern noch immer Begriffe, die den älteren Systemen angehören, — „rudimentäre“ Begriffe wie sie Hertz sehr bezeichnend gelegentlich nennt, — in ihnen eine Rolle spielen. Hertz hat diese rudimentären Begriffe definitiv entfernt und dadurch den Kern der Maxwell'schen Theorie klar herausgeschält. Schon in dieser Arbeit vom Jahre 1884 tritt uns jenes System von sechs partiellen Differentialgleichungen entgegen, welches später Hertz auf dem mühevollen und vielverschlungenen Pfade der experimentellen Untersuchungen zum Führer werden sollte.

Damit hatte sich Hertz zunächst auf theoretischem Wege zu neuen Anschauungen durchgerungen.

Mit dieser theoretischen Erkenntnis war ihm seine Lebensaufgabe gestellt. Es musste sich jetzt darum handeln, die Ueberlegenheit der Maxwell'schen Theorie und alle damit in Zusammenhang stehenden umgestaltenden Folgerungen auch experimentell zu erproben.

Dass die Aufgabe, den richtigen Weg zu finden, selbst für einen Hertz keine kleine war, sehen wir schon daran, dass es drei Jahre dauerte, bis wir ihn nur mit dem geeigneten Werkzeug ausgerüstet sehen.

Eine der wichtigsten Konsequenzen der Maxwell'schen Theorie war die, dass Störungen des elektrischen Gleichgewichtes, an irgend einer Stelle herbeigeführt, sich wellenartig mit endlicher Geschwindigkeit und zwar mit der des Lichtes durch den Raum stetig verbreiten mussten. Hier war also offenbar der Hebel anzusetzen. Sollte diese Fortpflanzung in den Räumen eines Laboratoriums verfolgbar werden, so mussten die Störungen rasch,

sollte eine klare Erscheinung entstehen, so mussten sie ausserdem regelmässig aufeinanderfolgen; es mussten also periodisch wechselnde, elektrische Zustände, d. h. elektrische Schwingungen erzeugt werden und zwar Schwingungen von sehr kurzer Schwingungsdauer, damit die ihnen entsprechenden Wellen bei der ausserordentlichen Fortpflanzungsgeschwindigkeit eine Länge von nur wenigen Dezimetern erhielten.

Wohl kannte man die Erzeugung elektrischer Schwingungen schon, und die Herstellung rasch abreissender elektrischer Störungen war im von Helmholtz'schen Laboratorium auch bereits versucht worden. Ja W. von Bezold hatte 1870 sogar die Länge von elektrischen Wellen wirklich gemessen und ihre Interferenz in Drähten beobachtet und doch fehlten noch wesentliche Glieder in der Kette. Es mussten ein, oder besser zwei neue Momente hinzutreten. Wir sind so glücklich, einen authentischen Bericht über das Werden seiner epochemachenden Arbeiten von Hertz selbst zu besitzen: In der einleitenden Uebersicht zu seinen gesammelt herausgegebenen Untersuchungen über die Ausbreitung der elektrischen Kraft[1]) giebt er ein klassisch schönes Bild des allmählichen Vordringens eines forschenden Genius, wobei der bescheidene Mann freilich Vieles verschweigt, was wir wieder ergänzend zufügen müssen, namentlich die Bedeutung seiner früheren Arbeiten.

Er führt an, dass sein Interesse für elektrische Schwingungen ursprünglich geweckt worden sei durch eine Preisarbeit, welche die philosophische Fakultät zu Berlin ebenfalls im Jahre 1879 gestellt hatte; sie verlangte, irgend eine Beziehung zwischen den elektrodynamischen Kräften und der dielektrischen Polarisation der Isolatoren experimentell nachzuweisen. H. von Helmholtz empfahl dem jungen Hertz, sich an dieser Arbeit zu versuchen. Indessen erkannte Hertz, dass die damals bekannten Schwingungen zu langsam waren, um einen Erfolg zu sichern, und unterliess daher diese Arbeit; aber seine Augen waren von dieser Zeit an geschärft für Alles, was mit elektrischen Schwingungen zusammenhing. So erkannte er auch sofort die Bedeutung einer an sich recht unscheinbaren Beobachtung, welche weiterführen sollte.

---

1) Leipzig. J. A. Barth. pp. VII. u. 296. 1892.

Einer jener Zufälle bot die Hand, welche oft den suchenden Forscher auf den rechten Pfad führen und folgewichtige Gedankenreihen auslösen. Hertz erzählt das selbst sehr hübsch: In der Sammlung des physikalischen Kabinets der technischen Hochschule zu Karlsruhe fand sich ein altes Paar sog. Riess'scher oder Knochenhauer'scher Spiralen vor, kurze, einfache, in einer Ebene liegende Spiralen aus einem isolierten Drahte. Hertz zeigte sie in der Vorlesung und stellte mit ihnen Versuche an. Dabei bemerkte er, wie schon der Schlag einer ganz kleinen Leydener Flasche oder eines kleinen Induktoriums durch die eine hindurch geschickt genügte, in der zweiten Spirale eine kräftige Induktionswirkung hervorzurufen, falls nur in dem Kreise der ersten eine kleine Funkenstrecke war. Hertz machte hier also zum ersten Male die Bemerkung der „wirksamen Funkenstrecke“, welche für alle seine folgenden Versuche massgebend wurde. Während man früher und zum grossen Teile mit Recht eine Funkenentladung als ein höchst kompliziertes und vor allem in seinen Einzelheiten grossen zufälligen Schwankungen unterworfenes Phänomen ansah und darum überhaupt Experimente, in denen elektrische Funken eine Rolle spielten, als „unreinlich“ etwas scheel anzublicken gewohnt war, fand Hertz ein klares Phänomen, wenn nur die sich entladenden Kondensatoren z. B. seine Leydener Flaschen von kleiner Kapazität und vor allem die Bahnen der Entladung einfach gestaltet und kurz waren und nicht wie etwa beim Induktorium aus langen Drahtspiralen bestanden. Dann erschien in einer gleich gestalteten, gleich kurzen Bahn ein deutliches Ansprechen der elektrischen Bewegungen, eine deutliche elektrische „Resonanz“. Wir haben hier den eigentlichen Kern der Hertz'schen Entdeckungen. Ich möchte die experimentelle Grundlage aller späteren Versuche in folgenden Sätzen nochmals zusammenfassen:

1) Lassen wir die Ladungen von kleinen Ansammlungsapparaten mit kleinen Kapazitäten durch kurze und einfach gestaltete Entladungsbahnen sich in mittelgrossen Funken ausgleichen, so erhalten wir ein scharfes, sehr kurz dauerndes Abreissen, also die lange gesuchte plötzlich eintretende elektrische Gleichgewichtsstörung. Das war eine durch keine Theorie vorauszusehende, neu zu entdeckende Eigenschaft gewisser elektrischer Funken, von der doch alles Folgende abhing. Die Theorie zeigte

aber weiter, dass damit zugleich der andere Erfolg gesichert war, dass man Schwingungen von der gewünschten Schnelligkeit erhielt; hier hatte Hertz also einen kräftigen „Erreger“ elektrischer Schwingungen.

2) Solche Schwingungen sind im Stande, analoge Resonanzschwingungen von hinreichender Deutlichkeit in einem anderen gleichbeschaffenen Entladungskreise hervorzurufen, selbst wenn derselbe räumlich durch grössere Strecken von dem ersten getrennt ist. Hier hatte Hertz also einen „Empfänger“ gefunden, mit dem er die Verbreitung der vom ersten Kreise erregten Schwingungen an beliebigen Stellen nachweisen konnte.

In seiner zunächst erscheinenden Arbeit: „Ueber sehr schnelle elektrische Schwingungen“ sehen wir ihn mit den genannten Erscheinungen beschäftigt; es sind Studien über sein Werkzeug, welches er sich schafft und allmählich vervollkommnet. Als Erreger der Schwingungen dienen Drahtrechtecke oder einfache Metallstäbe, auf deren Enden Zylinder oder Metallkugeln befestigt sind; in der Mitte sind die Erreger unterbrochen und tragen hier kleine Kugeln, zwischen denen der erregende Funke überspringt. Geladen werden die Erreger durch ein Induktorium, dessen komplizierter Entladungsmechanismus aber nur eine mittelbare Rolle spielt und kaum in Betracht kommt. Die Empfänger sind meist einfache Drahtrechtecke, ebenfalls mit einer Funkenstrecke versehen; ihre Grösse ist so ausprobiert, dass sie bei einem gegebenen Erreger möglichst deutliche Resonanzerscheinungen zeigen, sie sind „elektrisch abgestimmt“. Tritt in ihnen eine elektrische Resonanzschwingung auf, so springen Funken in ihrer Funkenstrecke über; die Maximallänge der Funken gibt ein Mass für die Intensität der Wirkung.

Dies ist das Prinzip des neuen einfachen Hilfsmittels, welches Hertz in das physikalische Laboratorium eingeführt hat, und mit dem wir jetzt zahlreiche Forscher beschäftigt sehen, nach den verschiedensten Richtungen hin in noch unbekannte Tiefen vorzudringen. Dass die mit diesem seinen Instrument gemachten Entdeckungen und alle weiteren Arbeiten von Hertz sogleich den grossen Beifall fanden, haben sie ausser ihrem inneren Werte, — wie oft bleiben die schönsten Entdeckungen lange unbeachtet, — einem seltsamen Zufall zu verdanken. Hertz fand schon bei seinen ersten Versuchen über die elektrischen

Resonanzschwingungen ein Nebenresultat, welches durch seine Klarheit und Einfachheit bestach und durch seine Unerklärlichkeit und Neuheit überraschte. Es zeigte sich, dass die Grösse und Helligkeit jener Fünkchen im Resonator stark beeinflusst wird durch die im erregenden Kreise überspringenden Funken. Waren diese von der Resonatorfunkenstrecke aus zu sehen, so waren sie selbst klein und unscheinbar, sie wurden aber sofort hell und länger, wenn zwischen beiden ein Schirm stand. In seiner Arbeit „Ueber einen Einfluss des ultravioletten Lichtes auf die elektrische Entladung" schildert er in geradezu dramatischer Weise, wie er durch planvoll angestellte Versuche schliesslich zu dem gar keine anderen Deutungen zulassenden Resultate gelangte, dass jene eigentümliche Fernewirkung auf das von Funkenentladungen in reichlichem Masse ausgehende ultraviolette Licht zurückzuführen ist. Zahlreiche Forscher knüpften an diese Beobachtungen weitere Untersuchungen an, welche immer neue merkwürdige Einzelheiten dieser Wirkungen kennen lehrten, ja es ist aus jenen Versuchen von Hertz ein ganzes Gebiet der Experimentalphysik hervorgewachsen, das der lichtelektrischen Versuche. Wenn diese Versuche auch zunächst noch nicht tiefere Einblicke in die Beziehungen zwischen Licht und Elektrizität gaben, so machten sie Hertz doch populär; man war auf Alles, was von ihm kam, gespannt.

Nur wenige ahnten wohl damals, dass nicht jene an sich ja schöne, aber doch nur nebenbei gemachte Beobachtung die Hauptsache war, sondern dass wir mit den Versuchen über die elektrischen Schwingungen selbst an der Schwelle viel wichtigerer Errungenschaften standen.

Hertz sehen wir weiter an der Ausarbeitung seiner Hilfsmittel beschäftigt. Im folgenden Jahre erschien die Arbeit: „Ueber die Einwirkung einer geradlinigen elektrischen Schwingung auf eine benachbarte Strombahn". Dies war wohl die schwierigste, aber auch die wichtigste von Hertz experimentellen Vorarbeiten; sie wird bei Darstellungen der Hertz'schen Arbeiten weniger berücksichtigt und doch bildet sie die notwendige unmittelbare Vorstufe zu den weiteren Erfolgen. Das Phänomen der Resonanz war Hertz geläufig geworden. Nun handelte es sich darum, der Verbreitung der Schwingungen im Raume nachzuforschen. Die Hilfsmittel hierzu waren gegeben: als Erreger

diente ein geradliniger Metallstab mit einer Funkenstrecke in der Mitte, welcher an beiden Enden je eine Kugel als Ansammlungsapparat trug. Springen Funken über, so fluten die elektrischen Spannungen sehr rasch hin und her, wir haben eine geradlinig hin und her verlaufende Schwingung, deren Wirkung sich in den umgebenden Raum hinaus verbreitet. Als Empfänger dienten abgestimmte Drahtkreise, gleichfalls mit sehr kleinen, mikrometrisch zu messenden Funkenstrecken. Sie wurden in die verschiedensten Lagen zu dem Erreger gebracht, und Hertz studierte und mass die Wirkungen. Dieselben waren in den verschiedenen Punkten der Umgebung und bei verschiedenen Stellungen des empfangenden Kreises sehr verschieden, aber ein Gesetz liess sich bald erkennen. „Die Auffindung und Entwirrung dieser äusserst regelmässigen Erscheinungen machte mir besondere Freude“, sagt Hertz. Durch eine scharfsinnige, aber schliesslich einfache und vor allem unanfechtbar klare Diskussion stellte er in jedem Falle fest, wie die elektrische Kraft in den einzelnen Raumpunkten in der Umgebung der geradlinigen Schwingung wirken müsse, um gerade das beobachtete Verhalten des Empfängers mit seiner Funkenstrecke hervorzurufen, und gelangte schliesslich dahin, ein vollständig übersichtliches Bild von der Verteilung der Kräfte im Raume zu geben. Dabei zeigten sich sehr merkwürdige Einzelheiten, vor deren Aufklärung alle älteren Theorieen ratlos standen. Noch im selben Jahre 1888 zeigte er in seiner Abhandlung: „Die Kräfte elektrischer Schwingungen, behandelt nach der Maxwell'schen Theorie“, dass diese Theorie eine Verteilung der elektrischen Kräfte genau so gibt, wie sie die Beobachtungen ergeben hatten, mit allen Einzelheiten und scheinbaren Rätseln. Hertz ging hier von der früher erwähnten abgeklärten Form der Maxwell'schen Theorie aus, die er in seiner theoretischen Arbeit vom Jahre 1884 begründet hatte.

Nun folgten die grossen Entdeckungen Schlag auf Schlag; jede bezeichnet einen neuen Sieg der Maxwell'schen Theorie, damit der neueren Anschauungen überhaupt. In die Zeit vom 10. November 1887 bis zum 13. Dezember 1888 fallen die epochemachenden Berichte an die Berliner Akademie.

Zunächst fand die schon erwähnte Preisaufgabe der Berliner philosophischen Fakultät vom Jahre 1879, welche Hertz überhaupt erst auf das Gebiet der elektrischen Schwingungen hinge-

lenkt hatte, ihre definitive Lösung in der Arbeit: „Ueber Induktionserscheinungen, hervorgerufen durch die elektrischen Vorgänge in Isolatoren“. Es wurde gezeigt, dass die „wechselnden Zustände des elektrischen Zwanges oder der dielektrischen Polarisation“ elektrodynamische Wirkungen und damit Induktionswirkungen äusserten, gerade so wie ein in einem metallischen Leiter entstehender oder vergehender galvanischer Strom. Das Zwischenmittel hatten die alten Theorieen meist ignoriert, nach ihnen sprang ja die Wirkung unvermittelt über dasselbe hinweg; die Maxwell'sche Theorie stellte diese elektrodynamischen Wirkungen als eine ihrer wichtigsten Konsequenzen hin. Hiermit war zugleich die vielumstrittene Frage nach der Wirkung der „ungeschlossenen Ströme“ erledigt.

Drei Monate später erschien die Abhandlung: „Ueber die Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektrodynamischen Wirkungen“.

Hier wurde der experimentelle Nachweis gegeben, dass sich elektrodynamische Wirkungen wirklich mit endlicher Geschwindigkeit durch den Raum hindurch fortpflanzen. Für die Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektrischen Wellen in der Luft wurde die Lichtgeschwindigkeit wenigstens der Grössenordnung nach erhalten. Freilich fand er für die Ausbreitungsgeschwindigkeit längs ausgespannter Drähte einen anderen Wert, als für die Geschwindigkeit in freier Luft; die Theorie erforderte denselben Wert. In Folge eines leidigen Rechenfehlers wurde ferner ein zu kleiner Wert für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit in Drähten und nicht die Lichtgeschwindigkeit gefunden. Aber gerade hier zeigte sich der vorurteilsfreie, wahrheitsliebende Forscher. Wiewohl er von der Richtigkeit der Theorie überzeugt war, gab er doch der Wahrheit die Ehre und gestand, hier auf ein ihm zunächst unlösliches Rätsel gestossen zu sein. Hören wir ihn selbst, wie er vier Jahre später, nachdem sich alles aufgeklärt hatte, in der Einleitung seines Buches hierüber spricht:

„Ich habe hier so ausführlich berichtet, weil ich den Leser überzeugen möchte, dass ich in dieser Untersuchung nicht einfach in bequemster Weise eine vorgefasste Meinung durch passende Deutung der Versuche habe bestätigen wollen. Im Gegenteil habe ich diese nicht leichten Versuche entgegen einer vorgefassten Ansicht mit bestmöglicher Sorgfalt durchgeführt. Und doch habe ich offenbar bei allem Glück gerade in dieser Unter-

suchung entschieden Unglück gehabt. Denn anstatt mit leichter Mühe zum wahren Ziele zu gelangen, wozu ein richtig angelegter Plan mich vielleicht berechtigt hätte, scheine ich mit grosser Mühe in die Irre gegangen zu sein.“

Erst später zeigte sich, dass einfach die Wände des Zimmers das Abweichen von der Theorie herbeigeführt hatten durch die Reflexionen, welche die elektrischen Wellen an ihnen erfahren. Edouard Sarasin und de la Rive haben kürzlich endgiltig gezeigt, dass die Ausbreitungsgeschwindigkeit an Drähten wie in Luft genau die gleiche und zwar die des Lichtes ist, indem sie die Hertz'schen Versuche im grossen Massstabe und unter den verschiedensten Vorsichtsmassregeln in den weiten Räumen des Maschinenhauses der Genfer Wasserwerke wiederholten. So ist auch dieses Ergebnis für uns jetzt vollkommen klar; die Störungen aber, welche sich in die Versuche von Hertz selbst eingeschlichen hatten, haben einen Beweis seiner Gewissenhaftigkeit geliefert.

Noch im gleichen Jahre folgt die Arbeit: „Ueber elektrodynamische Wellen im Luftraume und deren Reflexion“. War es bisher nur geglückt, mit Wellen zu arbeiten, welche entlang einem Drahte hingleiten, so wies Hertz hier die Existenz solcher Wellen im freien Luftraume nach. Dem Erreger gegenüber wurde an der Wand ein 8 Quadratmeter grosser Zinkblechschirm aufgehängt; an ihm wurden die vom Erreger ausgehenden elektrischen Wellen reflektiert und sie bildeten mit den ankommenden Wellen die Interferenzerscheinungen der stehenden Wellen mit ihren Knoten und Bäuchen. Wenn nun Hertz mit seinem als Empfänger dienenden Drahtringe zwischen dem Schirme und dem Erreger hin und her ging, so verschwanden die Fünkchen in dem Ringe in gewissen Punkten, erschienen an anderen Stellen wieder, verschwanden aufs neue u. s. w. Es fand also eine periodisch wechselnde Erscheinung statt entsprechend den Knoten und Bäuchen der elektrischen Kraft; damit war die wellenartige Natur, damit aber die Endlichkeit der Ausbreitungsgeschwindigkeit auch für diesen Fall definitiv erwiesen.

In der Arbeit: „Ueber die Fortleitung elektrischer Wellen durch Drähte“ zeigt er, dass so schnell in ihrer Richtung wechselnde elektrische Bewegungen, wie die hier benutzten, sich fast ausschliesslich auf der Oberfläche der Leiter verbreiten, nicht aber tief in das Innere derselben eindringen. Dadurch erhält

eine im Anschluss an Faraday's und Maxwell's Anschauungen angebahnte Theorie Poynting's über die elektrische Strömung überhaupt eine sehr wichtige experimentelle Stütze. Nach dieser Theorie ist der elektrische Strom ein Phänomen, welches seinen Sitz weniger im Inneren des stromdurchflossenen Drahtes, als vielmehr in dem Aussenraum desselben hat. Die magnetische Wirkung des Stromes zeigt ja, dass in diesem Aussenraum ebenfalls etwas vor sich geht, was mit dem Stromphänomen sehr eng zusammenhängt. Es fliesst nicht etwas im Drahte, sondern von aussen her tritt die Energie an den Draht heran, im Drahtmateriale wird sie nur in die spezielle Form der Wärme umgewandelt. Nicht die Kupferseele eines Kabels vermittelt also die Energiewanderung von der Aufgabestelle zur Empfangsstelle, sondern die umhüllende Isolationsschicht; die Begriffe „Leiter und Nichtleiter“ vertauschen geradezu ihre Rollen. Freilich kommt dieses scheinbare Paradoxon nur dadurch zu Stande, dass man, wie Hertz sehr treffend bemerkt, die Angabe dessen unterschlägt, worauf man die Bezeichnung des Geleitetwerdens bezieht. In der That: Das elektrische Fluidum der alten Anschauungen ist abgeschafft, an seine Stelle sind selbständig im Raum bestehende und fortschreitende elektrische und magnetische Kräfte und die mit ihnen wandernden Energieen getreten, und für diese liegen die Verhältnisse der Leitfähigkeit gerade umgekehrt wie für die hypothetischen elektrischen Flüssigkeiten.

Im Laufe der Versuche hatte Hertz gelernt, sehr kurze Wellen, elektrische Wellen von 30 cm Länge, herzustellen und mit ihnen zu arbeiten. Die ihnen entsprechenden Schwingungen liessen sich in einem cylindrischen Hohlspiegel sammeln und geradezu zu einem Strahle elektrischer Kraft vereinigen. Nach der aus Maxwell's Theorie folgenden elektromagnetischen Auffassung der Lichterscheinungen musste sich ein solcher Strahl wie ein wirklicher Lichtstrahl verhalten. Dass dieses der Fall ist, zeigte Hertz in der Abhandlung: „Ueber Strahlen elektrischer Kraft“, derjenigen Abhandlung, welche am populärsten geworden ist und das grösste Erstaunen auch in den fernest stehenden Kreisen erregt hat. Der bescheidene Mann sagt in der Sammlung seiner Schriften: „Schnell hintereinander und ohne Mühe gelangen diese Versuche. Die Versuche mit den Hohlspiegeln sind schnell aufgefallen, sie sind häufig wiederholt und bestätigt worden. Sie

haben einen Beifall gefunden, welcher meine Erwartungen weit übertraf."

Er zeigte, wie solche Strahlen elektrischer Kraft sich geradlinig ausbreiten, wie das Licht, dass sie durch Metalle nicht hindurchgehen sondern von ihnen reflektiert werden, dass sie dagegen durch hölzerne Thüren und steinerne Wände hindurchdringen; dass sich durch Aufstellen von Metallschirmen hinter diesen Räume herstellen lassen, wo keine elektrische Wirkung mehr nachweisbar ist, dass also auf diese Weise geradezu elektrische Schatten entstehen, dass diese Strahlen beim Durchgang durch Drahtgitter sich polarisieren lassen wie Lichtstrahlen, wenn wir sie z. B. durch Nicol'sche Prismen schicken; das glänzendste Experiment aber war das, bei dem er den elektrischen Strahl gegen ein grosses, 12 Centner schweres Pechprisma schickte; der Strahl zeigte sich abgelenkt; er wurde gebrochen wie ein Lichtstrahl in einem Glasprisma. Damit war dem Ganzen die Krone aufgesetzt und das Gebäude vollendet.

In der 3 Jahre später erschienenen, also schon aus Bonn stammenden Arbeit: „Ueber die mechanischen Wirkungen elektrischer Drahtwellen" zeigte er noch, dass sich nicht nur eine Welle elektrischer Zustandsänderungen vom Erreger aus mit Lichtgeschwindigkeit in den Raum hinaus verbreitet, sondern zugleich mit ihr und mit ihr untrennbar verbunden eine magnetische Welle, wie es die Theorie erfordert.

In seiner letzten experimentellen Arbeit endlich kommt er noch einmal auf die Gasentladungen zurück und zeigt, fast gleichzeitig mit E. Wiedemann und Ebert, dass die Kathodenstrahlen durch dünne Metallblättchen hindurchgehen, während sie durch jede noch so dünne Schicht eines Dielektrikums abgeschnitten werden.

Hier setzte der unerbittliche Tod dem kühnen Experimentator eine Grenze des weiteren Vordringens. Noch zwei theoretische Arbeiten verdanken wir ihm: „Ueber die Grundgleichungen der Elektrodynamik in ruhenden und bewegten Körpern", welche einen grossen, namentlich formalen Fortschritt der Theorie der elektrischen und magnetischen Erscheinungen bezeichnen.

Auf seinem Sterbelager vollendete er noch ein Buch: „Ueber die Prinzipien der Mechanik", dessen baldigem Erscheinen die wissenschaftliche Welt mit grosser Spannung entgegensieht. —

Fassen wir noch einmal die Hauptergebnisse seiner Forschungen ins Auge: Er hat uns aus dem Banne der Fernewirkungstheorieen gelöst und von den elektrischen und magnetischen Wirkungen gezeigt, dass sie sich mit endlicher Geschwindigkeit von Teilchen zu Teilchen durch den Raum verbreiten. Dies ist ein Ergebnis von hoher allgemeiner, ich möchte sagen, philosophischer Bedeutung. Das mystische Dunkel, welches über jenen geheimnisvollen Wirkungen in die Ferne von Alters her lag, ist aufgehellt, das zwar von der Wissenschaft bis dahin geheiligte, aber vom Verstande nur ungern geduldete Dogma, dass ein Etwas dort wirken könne, wo es selbst nicht ist, hat für den Fall elektrischer und magnetischer Wirkungen seine Giltigkeit verloren.

Weiter ist die Identität der Art der Energie zweier gewaltiger Agentien in der Natur unumstösslich nachgewiesen: Licht- und Elektrizitätswirkungen sind wesensgleich, verschiedene Aeusserungen derselben Vorgänge. Damit ist die alte elastische Optik durch die elektromagnetische abgelöst worden. Die Lichtgeschwindigkeit ist gleich der Fortschreitungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen; diese gehorchen den optischen Gesetzen; das Gebiet der Optik ist enorm erweitert; zu den ultravioletten, sichtbaren und infraroten Strahlen mit ihren nur nach Tausendstel Millimetern messenden Wellenlängen sind Strahlen von vielen Metern Wellenlängen hinzugetreten; die Farbenskala ist ins Unendliche verlängert, wenn auch nicht gerade die Zäpfchen und Stäbchen unseres Sehorganes auf die neuen Schwingungen reagieren.

Aber noch in anderer Richtung haben wir den Hertz'schen Untersuchungen viel zu verdanken; wir sind, wie mir scheinen will, der Lösung der brennenden Frage: „Was ist Elektrizität"? durch sie ausserordentlich nahe gerückt. Hertz zeigt, dass es eine eigentliche Elektrizität, dieselbe als Fluidum im Sinne der älteren Theorieen gedacht, überhaupt nicht gibt; was wir durch diesen Hilfsbegriff erklären wollten, sind Zustände in jenem zwar hypothetischen, aber durch die Thatsachen uns vertrauten Fluidum „dem Aether", welcher alle Materie durchdringt. Auf jene letzte Hypothese werden wir also hingewiesen und die Erscheinungen des Magnetismus, der Elektrizität und der Optik scheinen insgesamt schliesslich eine einheitliche Erklärung zu finden in

einer „Mechanik des Aethers“. In dem Momente, wo dieses Gebäude vollendet ist, werden wir dem Ziele einer einheitlichen Naturerklärung überhaupt erheblich näher sein. Das sind die Errungenschaften der neuesten Forschungen, an denen Hertz einen überaus grossen Anteil hat. —

Ueberblicken wir die Reihe von seinen Leistungen, so fragen wir erstaunt: Ist es denn möglich, dass ein Mann in dem Zeitraum von 13 Jahren eine solche Fülle neuer Erkenntnisse zu Tage fördern, soviel neue Bahnen eröffnen und ganze neue Forschungsgebiete erschliessen konnte? Wenn uns auch das bittere Leiden von Hertz und sein zu frühes Hinscheiden tief erschüttern und betrüben muss, wenn der Gedanke an das, was dieser Geist noch hätte aufklären können, uns mit dem herben Schicksale, das ihn uns entriss, hadern macht, so dürfen wir doch sagen: Es war ein kurzes aber glückliches und reich gesegnetes Gelehrtenleben; der Ruhm unseres Hertz ist gesichert und wird hinausstrahlen in die Jahrhunderte fortschreitender geistiger Entwickelung, was diese auch an Grossthaten noch in ihrem Schosse bergen mögen, der Einfluss seiner Forschungen wird sich geltend machen, so lange elektromagnetische Schwingungen den Erdball noch erwärmen und erhellen.

Ueber thermoëlektrische Temperaturmessung.

Von J. Rosenthal.

Die grossen Vorzüge der thermoelëktrischen Temperaturmessung haben zu vielfachen Anwendungen derselben, besonders auch für physiologische Untersuchungen, geführt. Trotzdem haften der Methode noch Schwierigkeiten an, welche ihrer allgemeineren Verwendung im Wege stehen. So z. B. können Störungen dadurch erwachsen, dass an allen Stellen des in sich geschlossenen Kreises, in welchem verschiedene Metalle zusammentreffen, namentlich an den zur Verbindung benutzten Klemmen, Schlüsseln u. d. g. sekundäre Stromquellen auftreten. Es ist deshalb notwendig, den Stromkreis durchweg nur aus zwei Metallen zusammenzusetzen. Da nun der Galvanometerdraht aus Kupfer besteht, so darf man nur eine Kombination dieses Metalles mit einem geeigneten anderen Metalle benutzen, muss aber alle Klemmen u. s. w. nur aus Kupfer herstellen.

Als zweites Metall eignet sich für die meisten Fälle Eisen, welches in der thermoëlektrischen Spannungsreihe hinlänglich entfernt vom Kupfer steht, um auch feinere Messungen zu gestatten. Die elektromotorische Kraft zwischen Eisen und Kupfer ist aber nicht proportional den Temperaturdifferenzen. Nach den Untersuchungen von Avenarius[1]) lässt sich vielmehr die Beziehung zwischen elektromotorischer Kraft und Temperaturdifferenz für Kupfer-Eisen selbst für sehr grosse Differenzen genau genug durch die Formel

$$E = b\,(t_1 - t_2) + c\,(t_1^2 - t_2^2)$$

darstellen. Sind die Constanten b und c durch Versuche festgestellt, so kann man durch Messung von E sofort die Differenz $t_1 - t_2$ und wenn t_1 bekannt ist, unmittelbar t_2 finden. Hat man nur sehr kleine Differenzen zu messen, so kann man auch das zweite Glied der Formel vernachlässigen, d. h. man kann die

---

1) Poggendorff's Annalen. 119. 406 ff.

elektromotorischen Kräfte den Temperaturdifferenzen einfach proportionell setzen. Wenn man in diesem Falle zur Strommessung eine Wiedemann'sche Bussole oder eine der vielen ähnlichen Galvanometerarten benutzt, so muss man jedoch, wie ich [1]) früher gezeigt habe, mit dem Umstande rechnen, dass die Empfindlichkeit dieser Messinstrumente von den Schwankungen der horizontalen Componente der Intensität des Erdmagnetismus abhängt.

Handelt es sich um Messungen, welche sich auf ein grösseres Temperaturintervall erstrecken, an allen Stellen dieses Intervalles aber noch eine genügende Empfindlichkeit (sagen wir bis 0°,1 oder 0°,01 c.) haben sollen, so thut man besser statt der Stromstärke die elektromotorische Kraft selbst zu messen, was ja nach dem Compensationsverfahren mit grosser Schärfe geschehen kann. Auf diese Weise hat mein Sohn [2]) in einer für physiologische Zwecke unternommenen Versuchsreihe gearbeitet. Er konnte jedoch die Aufgabe, den Thermokreis ausschliesslich aus Eisen und Kupfer zu bilden, nicht streng durchführen, da er zur Kompensation ein Rheochord von Platindraht benutzte.

Um diesen Mangel zu beseitigen, habe ich jetzt ein Rheochord ganz von Kupfer in folgender Weise herstellen lassen. In einem runden Kasten sind 48 kleine Rollen von genau gleichem Widerstand im Kreise angeordnet. Ihre Enden sind mit starken Kupferstiften verlötet, welche über die Deckplatte des Kastens hervorragen und dort glatt geschliffen alle in einer Ebene enden. Auf diesen Endflächen schleift ein um die Axe drehbarer Kupferdraht. Die 48 Rollen sind in 2 Gruppen von je 24 geteilt. Während die benachbarten Enden je zweier Rollen jeder Gruppe durch die oben erwähnten Stifte unmittelbar, d. h. ohne merklichen Widerstand mit einander verlötet sind, hängen die beiden Gruppen untereinander durch einen Kupferdraht zusammen, welcher um den Hartkautschukrand der Deckplatte herumgelegt ist. An diesem Draht schleift das federnde Ende eines Hebels 2, welcher ebenfalls um die Axe, aber vom Hebel 1 isoliert, drehbar

---

1) Wiedemann's Annalen 2. 480. — Sitz.-Ber. der physik.-med. Societät zu Erlangen 1876.

2) Werner Rosenthal, Thermoëlektrische Untersuchungen über die Temperaturverteilung im Fieber. Arch. f. Anat. u. Physiol. Physiol. Abteil. 1893.



ist. Der Widerstand dieses Drahts ist genau gleich dem **einer** Rolle.

Das Rheochord besteht also aus 49 Widerstandseinheiten. Verbindet man die Enden desselben mit der compensirenden Kette, so fliesst der Strom erst durch die 24 Rollen der einen (linken) Gruppe, dann durch den Kreisdraht und dann durch die 24 Rollen der anderen (rechten) Gruppe. Der Zweigstrom wird durch die Hebel abgeleitet; seine Stärke kann von 0 bis 24 und beliebigen Bruchteilen dieser willkürlichen Einheit wechseln. Steht der Hebel 1 auf einem Stift der linken Gruppe, so ist sein Potential positiv, steht er auf einem Stift der linken Gruppe, so ist es negativ gegen das Potential des Hebels 2. Auf diese Weise kann man schnell und ohne dass man nötig hätte, den compensirenden Strom zu wenden, jede elektromotorische Kraft, welche in dem abgeleiteten Zweige auftritt, ihrer Stärke und Richtung nach messen, vorausgesetzt dass sie innerhalb gewisser Grenzen bleibt.

Diese Grenzen werden durch die Intensität des Stromes bestimmt, welcher das Rheochord durchfliesst. Da es sich bei Thermoströmen immer nur um sehr kleine elektromotorische Kräfte handelt, so muss man in den Kreis des compensirenden Stroms passende Widerstände einschalten. Bei meinen Versuchen benutze ich zur Compensation 2 Normal-Elemente unter Einschaltung von 40000 Ω in den Hauptkreis [1]). Da die Schliessung dieses compensirenden Stroms immer nur auf wenige Sekunden erfolgt, so kann man seine elektromotorische Kraft als vollkommen constant betrachten.

Auf dem Hartkautschukrand, um welchen der Kupferdraht gelegt ist, ist eine Teilung angebracht, auf der ein mit dem Hebel 2 verbundener Zeiger die Bruchteile des Drahts, welche eingeschaltet sind, anzeigt. Die Länge des Drahts ist in 100 Teile eingeteilt [2]).

---

1) In diesem Falle konnte ich Messungen innerhalb der Grenzen $t_1 \pm 13°$C. ausführen u. z., wie später gezeigt werden wird, mit einer Genauigkeit bis auf $0°,01$. Sollen grössere Differenzen gemessen werden, so muss man weniger Widerstand einschalten. Die Normal-Elemente waren ähnlich wie die von **Beetz** angegebenen, also modifizierte Daniell-Elemente, aus amalgamiertem Zink, Kupfer, Zinksulfat- und Kupfersulfatlösungen, letztere mit reinem Gyps angerührt, zusammengesetzt.

2) Je nachdem Hebel 1 auf der linken oder rechten Seite steht, müssen die Bruchteile des Kreisdrahts vom linken oder vom rechten Ende her

Betrachtet man einen solchen Bruchteil als Widerstandseinheit, so kann man also über 2500 derselben verfügen. Jeder Teil entspricht bei meiner Anordnung einer Potentialdifferenz von etwa $2 \cdot 10^{-9}$ Volt.

Um aus den Angaben des Compensators unmittelbar die zu messende Temperaturdifferenz bestimmen zu können, muss man den Apparat aichen. Zu diesem Zwecke bringt man die beiden Lötstellen auf bekannte Temperaturen und compensirt, sodann auf andere und compensirt wieder. Unter der Voraussetzung, dass die Formel von Avenarius zutreffend ist, würden zwei solche Bestimmungen genügen. Man thut aber besser, mehrere Bestimmungen bei verschiedenen Temperaturen zu machen und aus den gefundenen Werten das Mittel zu ziehen.

In den Versuchen meines Sohnes sowie bei den meinigen handelt es sich darum, Temperaturen zu bestimmen, welche zwischen + 20 und + 45° C. liegen konnten. Es wurde daher beschlossen, die eine Lötstelle möglichst constant auf etwa 32° zu halten und die Temperatur der anderen durch Vergleichung mit jener ersteren zu bestimmen. Zu diesem Zwecke wurde die eine Lötstelle neben einem Normalthermometer in einem Thermostaten auf jener Temperatur erhalten. Derselbe wirkte so gut, dass die Temperatur während einer längeren Versuchsreihe selten um 0°,1 schwankte. Zur Aichung wurde die andere Lötstelle in einem gleichen Thermostaten auf eine andere Temperatur innerhalb der angegebenen Grenzen gebracht und auf dieser erhalten, bis eine grössere Anzahl von Bestimmungen gemacht waren.

Die Aufgabe, welche wir zu lösen hatten, erforderte, dass schnell hintereinander die Temperaturen mehrerer Stellen des Tierkörpers gemessen werden mussten. Zu diesem Zweck waren 4 Thermokreise von Kupfer und Eisen so mit einander combinirt, dass die 4 einen Lötstellen getrennt, die 4 anderen vereinigt waren, d. h. in einen einzigen Kupferdraht ausliefen. Diese 4fache Lötstelle befand sich nebst dem Thermometer im Thermostaten, die 4 anderen an den zur Messung benutzten Stellen des Tieres;

---

gemessen werden. Die Zahlen sind deshalb doppelt u. z. der leichteren Unterscheidung wegen rot und schwarz angeschrieben.

Das Rheochord ist nach meinen Angaben von den Herren Reiniger, Gebbert & Schall hier in vortrefflicher Weise ausgeführt und kann von denselben bezogen werden.

bei der Aichung waren sie nebst einem zweiten Thermometer in dem zweiten Thermostaten. Um die Fehler durch sekundäre elektromotorische Kräfte auszuschliessen, wurde ausserdem jede Messung doppelt gemacht u. z. bei entgegengesetzter Richtung des Stroms, was durch gleichzeitige Umkehr des compensirenden und des Thermostroms mittels eines ganz von Kupfer construirten doppelten Stromwenders geschah.

Obgleich die Fehler durch sekundäre Stromkräfte bei Anwendung des neuen Kupferrheostaten kaum noch hervortraten, so wurde doch bei der neuen Aichung dieses Verfahren beibehalten. Jede einzelne Bestimmung setzt sich also aus 8 Ablesungen zusammen, 4 bei der einen Stromrichtung für jeden der 4 Thermokreise und 4 bei der entgegengesetzten Stromrichtung. Am Anfang und Ende jeder dieser 8 Messungen wurden die Thermometer abgelesen. 10 . 8 solcher Messungen bildeten eine Reihe, deren Mittelwerte zur Berechnung benutzt wurden.

Der thermoëlektrische Teil dieser Messungen ist von einer allen Anforderungen entsprechenden Genauigkeit. Leider gilt dies nicht von dem thermometrischen Teil. Namentlich hat man unter der Trägheit der Thermometer zu leiden. Wenn sich die Temperatur in dem einen oder dem anderen Thermostaten etwas ändert, so zeigen dies die Thermoelemente sofort, die Thermometer aber nicht sogleich an. Statt der wahren erhält man daher in solchen Fällen falsche Werte für die den abgelesenen Werten der elektromotorischen Kraft entsprechenden Temperaturdifferenzen. Es bleibt deshalb nichts übrig, als durch Häufung der Versuche die Beobachtungsfehler zu eliminiren.

Aus einer grösseren Zahl von Versuchen solcher Art berechnete ich die Werte der Constanten für die Formel

$$b + (t_1 + t_2)\, c = \frac{E}{t_1 - t_2}$$

zu $b = 224{,}707$ $\qquad c = -\,0{,}7353.$

Ich habe der Formel die obige Form gegeben, weil der Ausdruck $\frac{E}{t_1 - t_2}$ in anschaulicher Weise die Empfindlichkeit unsrer Einrichtung oder den Grad der Genauigkeit, mit welcher wir, bei gegebenem t_1 den Wert von t_2 zu bestimmen vermögen, anzeigt. $\frac{E}{t_1 - t_2}$ gibt nämlich die Zahl der Compensatorteile an, welche auf

einen Grad Celsius Temperaturdifferenz entfallen. t_1 ist in unseren Versuchen immer $= 32^0$. Für $t_2 = 20^0$ ist dann $\frac{E}{t_1 - t_2} = 186.5$, für $t_2 = 45^0$ aber nur $= 168.1$.

Für die Praxis der Temperaturmessung nach unserem Verfahren kommt noch in Betracht, welche Verschiebung des Hebels 2 an dem Messdraht sich deutlich durch ihre Wirkung auf das Galvanometer erkennen lässt. Dies hängt von der Empfindlichkeit des Galvanometers und von den Widerständen im Thermokreise ab. Die Empfindlichkeit der Galvanometer lässt sich bis zu jedem wünschenswerten Grade steigern[1]). Der Widerstand der Thermorollen beträgt zusammen nur 0,2 Ω. Dazu kommt dann noch der Widerstand der Thermoelemente und der wechselnde Widerstand des Compensatordrahts. Der Einfluss des letzteren macht sich deutlich bemerkbar. Während bei kleinem $t_1 - t_2$ die Ablenkung des Galvanometers sofort sich ändert, sobald man den Compensator nur um weniger als einen Teilstrich vor oder rückwärts bewegt, wird bei grossen Differenzen die Wirkung erst bei 1 bis 2 Teilstrichen bemerkbar. Nehmen wir letzteres als Grenzwert an, so können wir also Unterschiede von nahezu 0,01 noch mit Sicherheit bestimmen.

Die Empfindlichkeit würde noch sehr viel grösser sein, wenn nicht der Widerstand der von mir benutzten Thermoelemente ein verhältnissmässig grosser wäre. Für die Aufgabe, welche ich zu lösen hatte (Temperaturmessungen an Tieren), war es notwendig, dass die Thermoelemente aus langen und biegsamen Drähten geformt wurden. Ich musste daher dünne Drähte verwenden, und das macht bei dem verhältnissmässig grossen spezifischen Widerstand des Eisens sehr viel aus. Um trotzdem nicht allzuviel an der Empfindlichkeit einzubüssen, verwende ich Bündel von je einem Kupfer- und 3 Eisendrähten von 0,2 mm Durchmesser. Bei Anwendung der Methode für andere Zwecke, z. B. zur Bestimmung

---

1) Ich benutze zu diesen Versuchen das von mir beschriebene Galvanometer (Wiedemann's Annalen Bd. 23); mein jetziges Instrument unterscheidet sich aber von dem ursprünglichen insofern, als statt des Hufeisenmagnets ein astatisches Nadelpaar aus 2 Sförmig gekrümmten Stücken Uhrfederstahl, deren Pole in 4 kleinen Rollen spielen, benutzt wird. Behufs Dämpfung sind an den Nadeln grosse Glimmerblätter angeklebt, welche in 2 keilförmigen Luftkammern schwingen.



von Schmelz- oder Siedepunkten u. d. g. wird man kürzere und dickere Drähte anwenden können und es leicht dahin bringen, bis auf 0°,001 genau zu messen.

Für Messungen, wie die letzterwähnten, welche ja jetzt in der physikalischen Chemie eine grosse Rolle spielen, wird man die eine Lötstelle nicht in einem Thermostaten, sondern in einer passenden Substanz, deren Schmelzpunkt hinreichend genau bekannt ist, halten. Um chemische Einwirkungen auf die Lötstellen zu verhindern, wird man dieselben mit einem geeigneten Firniss überziehen oder noch besser vergolden, was ohne Schaden für die thermoëlektrische Wirkung geschehen kann.

Ein Fütterungsversuch mit C. Paal'schem Glutinpepton.

Von Otto Ganz.

(Aus dem physiologischen Institut zu Erlangen.)

Die Fortschritte, welche die Lehre von der Verdauung der Eiweisskörper in den letzten 50 Jahren gemacht hat, nehmen ihren Ausgang von der Entdeckung des Pepsins. Erst nachdem Th. Schwann[1]) im Jahre 1836 gezeigt hatte, dass die Eiweissverdauung im Magen nicht durch die Säuren des Magensaftes allein, wie noch Tiedemann und Gmelin[2]) geglaubt hatten, sondern durch ein im Magensaft enthaltenes eiweisslösendes Prinzip im Verein mit jenen Säuren bewirkt werde, begann ein erfolgreiches Studium der Umwandlungen, welchen die wichtigsten Nährstoffe im Magen unterliegen. Schwann, der nach dem Beispiel Spallanzani's[3]) für seine Versuche den Weg der künstlichen Verdauung wählte, nannte das eiweisslösende Prinzip des Magensaftes Pepsin. An diese Bezeichnung sich anlehnend, bezeichnete Lehmann die Gesamtheit der löslichen Stoffe, welche er durch Pepsineinwirkung aus den Eiweisskörpern darstellen konnte, als Pepton Er hielt das Pepton, richtiger die Peptone für Körper, die in ihrer prozentischen Zusammensetzung den Eiweissstoffen gleich seien, sich aber von diesen in ihrem Verhalten gegen Lösungsmittel und Reagentien unterschieden. Seine Ansicht, die Eiweisskörper müssten bei der Verdauung eine solche Veränderung erleiden, um aus schwer diffusiblen Stoffen in leicht diffusible umgewandelt zu werden, in Stoffe, welche in höherem Grade für die Resorption, d. h. für den Durchgang durch die Darmwand befähigt

---

1) Schwann, Arch. f. Anat. u. Physiol. 1836. S. 90.

2) Tiedemann u. Gmelin, „Die Verdauung nach Versuchen". Heidelberg u. Leipzig. 1831.

3) Herrn Abt Spallanzani's Versuche über das Verdauungsgeschäft des Menschen und verschiedener Tierarten; nebst einigen Bemerkungen des Herrn Senebier. Uebersetzt und mit einem Register versehen von Dr. Christ. Friedr. Michaelis. Leipzig 1785.

seien, erhielt eine Stütze durch Untersuchungen von Funke[1]), der nachwies, dass das endosmotische Aequivalent des Eiweisses über 100, das der Peptone 7,1—9,9 sei, dass also von den letzteren etwa 12 mal so viel wie von dem ersteren durch die trennende Membran eines Dialysators hindurchtrete.

Meissner schied die Peptone in Para-, Meta-, Dys-, a-, b- und c-Peptone, die teils Gemische verschiedener Körper, teils Spaltungsprodukte des bei der Verdauung zerfallenen Albumins waren[2]).

Während nun diese Autoren und besonders noch Hermann[3]) die Ansicht vertraten, dass alle Eiweisskörper erst in leicht diffundierende Peptone umgewandelt würden, ehe sie zur Resorption gelangten, und dass die Peptone nach der Resorption im Organismus zu Eiweisskörpern regeneriert würden, entschied sich Brücke für die Auffassung, die leicht löslichen, durch Ferrocyankalium + Essigsäure nicht mehr fällbaren Peptone seien sekundäre Verdauungsprodukte der ursprünglichen Eiweisskörper, vielleicht auch schon Zersetzungsprodukte, und nur das durch die Magensäuren gelöste, zum Teil in Syntonin verwandelte, aber noch nicht peptonisierte Eiweiss komme zur Resorption. Er begründete diese Auffassung einmal damit, dass die Zeit, welche die Eiweisskörper im Magen zubringen, zu kurz sei, als dass alles Eiweiss peptonisiert werden könnte, und meinte[4]), „Diejenigen, welche die Lehre von den Peptonen, ihrer ausschliesslichen Resorptionsfähigkeit und ihrer Regeneration oder Rekomposition zu Eiweiss, Fibrin etc. aufgestellt oder angenommen haben, sind in der That mit befremdender Leichtigkeit hinweggegangen über die Langsamkeit, mit der die Peptonbildung erfolgt“. Denn um Peptone herzustellen, hatte Mulder Eiweisskörper 4 Tage lang der Einwirkung der Verdauungsflüssigkeit aussetzen müssen, während nach Versuchen von Beaumont die Zeit der Magenverdauung nur auf 6—6½ Stun-

---

1) Funke, Das endosmotische Verhalten der Peptone. Virchow's Archiv, Bd. XIII, S. 449.

2) Meissner, Zeitschrift f. rat. Medizin, III. Reihe, Bd. X. 1861.

3) Hermann, Ein Beitrag zum Verständnis der Verdauung und Ernährung. Zürich 1867.

4) Brücke, Sitzungsberichte der k. k. Akademie der Wissenschaften, Bd. XXXVII, Seite 171.

den zu veranschlagen war, und während Busch[1]) bei einer Patientin mit einer Fistel im oberen Ende des Dünndarmes gefunden hatte, dass die ersten Spuren der genossenen Speisen schon zwischen 15 und 35 Minuten nach der Aufnahme durch die Fistel traten.

Liess sich nun dieser Einwurf Brücke's durch den Hinweis beseitigen, dass die Peptonisierung des Eiweisses ja auch noch im Darme stattfände, so sprachen folgende Beobachtungen entschieden zu Gunsten seiner Auffassung in der Peptonfrage. Brücke selbst fand nämlich bei Tieren, welche er während der Verdauung getötet hatte, geronnenes Eiweiss in den Chylusgefässen. Da nun die Fähigkeit zu gerinnen dem Pepton abgeht, so schloss er, dass das Gerinnsel in den Chylusgefässen nichts anderes als unverändertes Eiweiss sei, d. h. dass unverändertes, jedenfalls nicht peptonisiertes Eiweiss zur Resorption gelangt sei. Ferner zeigten Versuche von Voit und Bauer[2]), dass flüssiges Eiweiss im normalen Dickdarm resorbiert werde, ohne eine Umwandlung durch Fermente erfahren zu haben. Wenn aber der Dickdarm gelöstes Eiweiss aufzusaugen im Stande war, so konnte diese Fähigkeit sicher auch bei allen anderen Abschnitten des Verdauungskanals vorausgesetzt werden.

Die Streitfrage, ob Eiweiss unverändert oder peptonisiert im Organismus zur Resorption gelange, konnte dadurch gelöst werden, dass man Tiere mit bereits peptonisiertem Eiweiss fütterte. Gelang es den Stickstoffbedarf eines Tieres während einer genügend langen Versuchszeit durch Peptonzufuhr zu decken, so war an der Resorption der Peptone nicht mehr zu zweifeln.

Plósz[3]) gebührt das Verdienst, solche Versuche zuerst ausgeführt zu haben. Er fütterte 18 Tage lang einen 10 Wochen alten 1335 g wiegenden Hund mit reinen Pepsinpeptonen, „aus Fibrin mit künstlicher Verdauungsflüssigkeit durch 2—3 Wochen dauerndes Digeriren bei 40° C. dargestellt". Dazu reichte er ausgekochte eiweissfreie, in Aether völlig lösliche Butter, Traubenzucker, der sich in Alkohol von 95% vollständig löste, also ebenfalls eiweissfrei war, und Salze. Während der 18tägigen Versuchsdauer wurden verfüttert 567 g Pepton, 422 g Zucker und 309 g Fett.

1) Virchow's Archiv, Bd. XIV, S. 140.
2) Zeitschrift für Biologie, Bd. V, S. 536.
3) Pflüger's Archiv, Bd. IX, S. 325.

Er folgert nun aus der Thatsache, dass das Gewicht seines Hundes von 1335 auf 1836 g stieg, dass „das Eiweiss durch Peptone vollständig bezüglich aller Nährfunktionen ersetzt wird.“ Allein Voit[1]) hält bei Beurteilung dieses Versuches die Gewichtszunahme allein nicht für beweisend und ist der Ansicht, „das Tier hätte bei ausschliesslicher Fütterung mit stickstofffreien Stoffen ebensoviel an Wasser und Fett gewinnen können“. Maly[2]) fütterte zu gleicher Zeit eine Taube mit Fibrinpepton, Stärke und Fett und erzielte eine Vermehrung ihres Körpergewichtes um 3 g. Voit bemängelt diesen Versuch aus dem gleichen Grunde, während Adamkiewicz[3]) den geringen Zuwachs von 3 g mit Recht als in den Grenzen der natürlichen Körpergewichtsschwankungen liegend annimmt.

Nachdem die Untersuchungen Voit's ergeben hatten, dass der gesamte in der Nahrung eingeführte Stickstoff den Körper wieder in den Exkrementen verlasse, konnte die Frage in betreff der Ernährung mit Pepton nur so gefördert werden, dass man den Stickstoffgehalt der Nahrung und der Egesta bestimmte, mit einander verglich und aus der jeweiligen Differenz den N-Ansatz, resp. N-Verlust berechnete, wobei das Verhalten des Körpergewichtes zur Kontrolle dienen musste.

Nach diesen Prinzipien verfuhren zuerst Plósz und Gyergyai[4]): sie fütterten einen Hund, dessen Körpergewicht sie durch mehrtägiges Hungern herabgesetzt hatten, mit einem Gemisch von Pepton — aus Fibrin mittelst künstlicher Verdauungsflüssigkeit dargestellt —, Traubenzucker, Stärkekleister und ausgekochter Butter. Während der 7 Tage dauernden Peptonfütterung nahm das Tier um 259 g zu und setzte ausser dieser Gewichtszunahme noch N-haltige Gewebssubstanz an, da von den 14,451 g des im Pepton eingeführten Stickstoffs nur 13,463 g in den Exkrementen ausgeschieden wurden, also ein N-Ansatz von 0,988 g erzielt wurde; „womit allerdings“, bemerkt Voit[5]), „bewiesen wäre, dass das Pepton wie Eiweiss wirkt“. „Aber das Tier hatte

1) Voit, Hermanns Handbuch der Physiologie, Bd. VI, Tl. 1, S. 394.
2) Pflüger's Archiv, Bd. IX, S. 585.
3) Adamkiewicz, Natur und Nährwert des Peptons. 1877. S. 74.
4) Pflüger's Archiv, Bd. X, S. 536.
5) l. c. S. 121.

nur ein Gewicht von 2531 g, so dass es nicht möglich war, den Harn direkt aufzufangen; bei Versuchen, bei welchen es auf kleine Mengen von Stickstoff ankommt, muss aber jeder Verlust von Harn vermieden sein". Adamkiewicz[1]) setzt an diesem Versuche aus, dass die beiden Forscher es unterlassen hätten, bei ihrem Hund vorher die Grösse des Stickstoffumsatzes zu bestimmen; denn es ist „selbstverständlich, dass, wenn man die Einflüsse auf den Stickstoffumsatz kennen lernen will, man zunächst die Grösse selbst kennen muss, die durch diese Einflüsse geändert werden soll. Denn die Aenderungen dieser Grösse sind es, die man sucht". Ausserdem hält er es nicht für ausgeschlossen, dass eine Retention von nur 0,988 g N innerhalb der Fehlergrenzen liegen könne.

Adamkiewicz[2]) suchte bei seinem Versuche zunächst der Forderung Voit's gerecht zu werden, indem er einen grossen, 33 kg schweren Hund benutzte, bei welchem er den Harn direkt auffangen konnte; weiter brachte er sein Versuchstier nicht durch Hunger, sondern durch eine unzureichende Nahrung auf eine bestimmte Stickstoffausgabe (Stickstoff in Harn und Kot). Nachdem das Tier sich so eingestellt hatte, dass es bei einer Zufuhr von 5,980 g N, die ihm täglich in einer aus gekochten Kartoffeln, Pferdefleisch und Fett bestehenden Nahrung dargeboten wurden, 6,32 g N ausschied, also 0,34 g N täglich von seinem Körper verlor, fügte er zu dem Futter noch 29,02 g Pepton, das er aus Fibrin mittels Glycerin-Pepsin dargestellt hatte, mit einem Stickstoffgehalt von 4,846 g, so dass der Hund nunmehr täglich 10,826 g N einnahm. An den 2 Tagen, an welchen er dieses Futter erhielt, schied er im Mittel nur 8,06 g N aus: es fand folglich ein Ansatz von 0,34 + 2,766 = 3,106 g N täglich statt. Adamkiewicz schliesst daraus, dass dieser Ansatz durch die Zufuhr des im Pepton enthaltenen Stickstoffs bewirkt worden sei.

Voit wendet gegen diesen Schluss ein, dass, da ja neben dem Pepton stets auch Eiweiss gereicht worden sei, es vielmehr den Anschein gewinne, als habe das Pepton einen Teil des zugleich gegebenen Eiweisses vor dem Zerfall geschützt, und dieses sei dann zum Ansatz gelangt, während das Pepton zerstört worden sei, zumal

1) l. c. S. 77.
2) l. c. S. 85.

da der in den Exkrementen ausgeschiedene N den N-Gehalt des eingeführten Peptons übertroffen habe und der zum Ansatz gelangte Stickstoff geringer gewesen sei, als der im Eiweiss enthaltene. Die Verhältnisse erhellen aus folgender Zusammenstellung:

Eiweiss	Pepton	Exkremente	Ansatz
N		N	N
5,980 g	4,846 g	8,06 g	3,106 g.

Im Jahre 1879 berichtete Adamkiewicz[1]) über einen weiteren Ernährungsversuch mit Pepton, den er gelegentlich einer Arbeit über die leichtere Resorption des Peptons gegenüber dem unveränderten Albumin angestellt hatte. Eine Hündin von ca. 20 kg Gewicht, die einige Tage nur Wasser erhalten hatte, bekam zuerst 50 g Gelatine mit einem N-Gehalte von 7,6 g, darauf 50 g Pepton, die 7,75 g Stickstoff repräsentierten, und am folgenden Tage ausser dem Peptonfutter noch 100,0 g Speck. Dabei verhielten sich die N-Ausgaben zu den N-Einnahmen folgendermassen:

Nahrung	Tage	N: Einnahmen	N: Ausgaben	N: Bilanz	Körpergewicht
300 ccm Wasser	2	—	7,34 g	— 7,34 g	20,3 kg
50,0 g Gelatine 2,0 „ Kochsalz 300 ccm Wasser	2	15,2 g	18,87 „	— 3,67 „	19,72 „
50,0 g Pepton 2,0 „ Kochsalz 300 ccm Wasser	2	15,5 „	17,04 „	— 1,54 „	19,38 „
50,0 g Pepton 100,0 „ Speck 2,0 „ Kochsalz 300 ccm Wasser	1	15,5 „	5,74 „	+ 9,76 „	19,24 „

Es erfolgte also in der That ein N-Ansatz. Auch im Kot fand sich der fehlende Stickstoff nicht wieder, denn an den Pepton-

1) Adamkiewicz, Ist die Resorption des Albumins etc. Sep.-Abdr. aus Virchow's Archiv, Bd. LXXV. 1879.

tagen hatte der Kot nur einen N-Gehalt von 0,93 g. Da aber der folgende Tag bereits wieder ein Hungertag war und im weiteren Verlaufe des Versuches kein Pepton mehr gereicht wurde, so dürfte dieses Resultat keine Beweiskraft haben.

Voit[1]) konnte Ratten mit einer aus Pepton und N-freien Stoffen bestehenden Nahrung nicht am Leben erhalten; obwohl die Tiere das Futter bis zum letzten Tage frassen und auch verdauten, gingen sie doch nach 7 Monaten zu Grunde. Hingegen trat dies nicht ein, wenn er dem Gemisch etwas Eiweiss hinzufügte. Er folgert: „Daraus scheint hervorzugehen, dass das Pepton als Nahrungsstoff nicht die volle Bedeutung des Eiweisses besitzt, d. h. im Körper nicht in Eiweiss übergeht. Und an einer anderen Stelle[2]) meint er, „dass es aber durch seine Zerstörung den Zerfall des Eiweisses in den Zellen und Geweben fast ganz oder ganz aufheben kann und dann nur soviel Eiweiss vom Organismus abgegeben wird, als in den abgestossenen organisierten Gebilden enthalten ist".

Inzwischen hatte man versucht, den chemischen Bau der Peptone näher zu ergründen, und gefunden, dass die Ansicht Lehmann's, nach der sie die gleiche prozentische Zusammensetzung wie das Eiweiss haben sollten, nicht mehr stichhaltig sei.

Thiry[3]) fand bei der Analyse seiner Peptone, die er durch Kochen von Hühnereiweiss darstellte, Zahlen, die nur in geringem Grade von denen der Muttersubstanz abwichen.

Möhlenfeld[4]) bereitete Fibrinpeptone durch Verdauung von Blutfibrin mit künstlichem Magensaft; die Analysen zweier nach ihrem Verhalten gegen Silberoxyd unterschiedenen Peptone ergaben bedeutend geringere Werte, als die Analyse des Fibrins. Er glaubt, dass bei der Bildung der Peptone Kohlensäure aus dem Eiweiss abgespalten werde, und dass an ihre Stelle Wasser eintrete.

Kistiakowsky[5]) widerlegte diese Angabe Möhlenfeld's: von einer Kohlensäureentwicklung könne keine Rede sein; denn

1) l. c. S. 394.
2) l. c. S. 122.
3) Zeitschrift f. rat. Medizin, III. Reihe, Bd. XIV, S. 78.
4) Pflüger's Archiv, Bd. V, S. 381.
5) Pflüger's Archiv, Bd. IX, S. 438.

wenn er eine Röhre mit Magensaft und Fibrin füllte, über Quecksilber aufstellte und 2 Wochen lang bei 38° stehen liess, so entwickelten sich keine Gase. „Es ist nicht anzunehmen“, fährt er fort, „dass die sich etwa entwickelnde Kohlensäure von dem Röhreninhalt absorbiert wurde, weil die freie Säure des Magensaftes die Bindung der Kohlensäure verhindert“.

Kistiakowsky nimmt vielmehr an, ein Teil des Kohlenstoffs der Eiweisskörper müsse sich bei der Bildung der Peptone in einer komplizierteren Verbindung, als die Kohlensäure ist, abspalten, und die bei der Verdauung sich etwa entwickelnde Kohlensäure entstehe aus weniger beständigen Körpern, als Fibrin und andere Eiweisskörper sind. Er folgte den Angaben Kühne's, dass durch Einwirkung von Pankreassaft auf Fibrin den Magenpeptonen sehr ähnliche Körper entständen, und stellte neben Magenpeptonen auch Pankreaspeptone dar, wobei ihm der niedrigere Gehalt der letzteren an C, der höhere an O als Effekt der weiter vorgeschrittenen Verdauung bereits auffiel. Die Pankreaspeptone haben um $^1/_5$ weniger C und fast um ebenso viel mehr O als die Muttersubstanz. Merkwürdig klingt seine Angabe in betreff der Pankreaspeptone, da sie mit den jetzt über diese Körper gemachten Beobachtungen gar nicht übereinstimmt: „Der Geschmack der Peptone ist angenehm, etwas süsslich, welche Eigenschaft den Magenpeptonen nicht in diesem Grade zukommt.“

Maly[1]) stellte Peptone aus Fibrin dar, und zwar, um einen einheitlichen Körper zu erhalten, durch sog. fraktionierte Fällung. Er „versetzte die klare, stark eingeengte Peptonlösung mit starkem Alkohol so lange, bis ein Teil des Peptons sich in zusammenklebenden Flocken abgeschieden hatte (Fraction I); das Filtrat wurde neuerdings mit Alkohol gefällt (Fraktion II) und endlich die übrig bleibende alkoholische Lösung abgedampft (Fraktion III)“. Er fand bei der Elementaranalyse seines Peptons, dass es sich sehr wenig von seiner Muttersubstanz, dem Fibrin, unterscheide, und meint, dass dieser Körper nicht als Zersetzungsprodukt aufzufassen sei. „Wahrscheinlich wird dadurch ferner, dass das Pepton noch ein Körper ist von nahe derselben Molekulargewichtsgrösse als das Eiweiss im weitesten Sinne, und dass es vielleicht nur die Elemente des Wassers sind, die es mehr als Eiweiss enthält.“

1) Pflüger's Archiv, Bd. IX, S. 585.

Auch Henninger[1]) fand bei seinen aus Fibrin und Eiweiss dargestellten Peptonen eine diesen Substanzen ähnliche Zusammensetzung.

Herth[2]), ein Schüler Maly's, stellte ebenfalls ein Pepton mittels fraktionierter Fällung dar und erhielt bei der Analyse Zahlen, die sich denen des Wurtz'schen Eiweisses näherten.

Diesen Angaben gegenüber stehen Analysen von Kossel[3]), der für sein Fibrinpepton einen erheblich kleineren Kohlenstoffgehalt fand, als dem Fibrin zukommt. In betreff der von Möhlenfeld durch Behandlung mit Silberoxyd entchlorten und analysierten Peptonpräparate wies er nach, dass sie Zersetzungsprodukte enthielten und zu geringen Kohlenstoff- neben zu hohem Sauerstoffgehalt besassen.

In einer späteren Abhandlung[4]) kommt Kossel auch auf die von Maly und Henninger gefundenen Werte zu sprechen und äussert dabei eine Vermutung, die später durch die Arbeiten Kühne's und seiner Schüler als durchaus zutreffend erwiesen wurde. Er hält es nämlich nicht für unmöglich, dass die Differenzen zwischen beiden Werten (Henninger und Maly einer- und Kossel andererseits) so erklärt werden könnten, dass bei der Pepsinverdauung anfangs Produkte entständen, welche die von den beiden Forschern gefundene Zusammensetzung hätten, später — durch weitere Hydratation — Produkte mit niederem Kohlenstoffgehalt.

In der folgenden Tabelle I habe ich die Eiweissanalysen von Thiry, Kistiakowsky und Maly mit denen von Dumas und Cahours und Wurtz, welche in der Regel als Norm angesehen werden, zusammengestellt. Die Uebereinstimmung der gefundenen Werte ist augenfällig. Tabelle II zeigt die bedeutenden Unterschiede der Peptonanalysen der einzelnen Forscher; hier stimmen nur die Werte von Thiry, Maly, Henninger und Herth sowohl unter einander wie auch mit den Werten der Tabelle I gut überein.

---

1) Citiert nach Pflüger's Archiv, Bd. XX, S. 329.

2) Zeitschrift für physiol. Chemie, Bd. I, S. 279.

3) Pflüger's Archiv, Bd. XIII, S. 309.

4) Kossel, chemische Zusammensetzung der Peptone. 1879. Sep.-Abdr. a. Zeitschrift für physiol. Chemie.

Tabelle I. **Eiweissanalysen.**

C	H	N	S	O	
52,7 %	7,00 %	16,6 %	— %	— %	Dumas u. Cahours, Fibrin.
52,9 „	7,10 „	15,6 „	— „	— „	Wurtz, Hühnereiweiss.
51,37 „	7,13 „	16,06 „	2,12 „	— „	Thiry [1]), Hühnereiweiss.
52,32 „	7,07 „	16,23 „	1,35 „	23,03 „	Kistiakowsky [2]), Fibrin.
52,51 „	6,98 „	17,34 „	0,9 „	— „	Maly [3]), Fibrin.

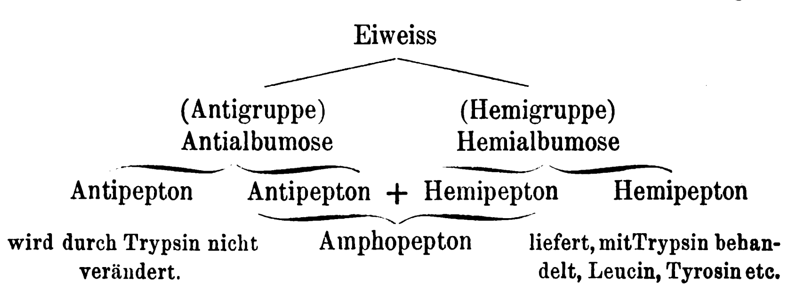
Tabelle II. **Peptonanalysen.**

C	H	N	S	O	
50,87 %	7,03 %	16,34 %	1,64 %	— %	Thiry [1]), Eiweisspepton.
47,71 „	8,37 „	15,40 „	0,89 „	27,63 „	Möhlenfeld [4]), Fibrinpepton.
44,96 „	7,83 „	17,85 „	29,36 „ (S + O)		Möhlenfeld [4]), Fibrinpepton.
42,72 „	7,13 „	15,92 „	1,03 „	33,20 „	Kistiakowsky [2]), Pankreas-Fibrinpepton.
46,67 „	7,12 „	16,30 „	0,93 „	28,98 „	Kistiakowsky [2]), Magen-Fibrinpepton.
51,4 „	6,95 „	17,13 „	—	—	Maly [3]), Fibrinpepton.
51,43 „	7,05 „	16,66 „	—	—	Henninger [5]), Fibrinpepton.
52,28 „	7,05 „	16,38 „	—	—	Henninger [5]), Eiweisspepton.
52,53 „	7,04 „	16,72 „	—	—	Herth [6]), Eiweisspepton.
48,97 „	7,06 „	15,14 „	1,16 „	—	Kossel [7]), Fibrinpepton.

1) Zeitschrift f. rat. Medizin, III. Reihe. Bd. XIV, S. 78.
2) Pflüger's Archiv, Bd. IX, S. 438.
3) Pflüger's Archiv, Bd. IX, S. 585.
4) Pflüger's Archiv, Bd. V, S. 381.
5) Citiert nach Pflüger's Archiv, Bd. XX, S. 329.
6) Zeitschrift f. physiol. Chemie, Bd. I, S. 279.
7) Pflüger's Archiv, Bd. XIII, S. 309.

So schien es also, als ob die Ansicht Lehmann's wieder zur allgemeinen Geltung kommen sollte, dass Pepton und Eiweiss entweder gleich zusammengesetzt seien oder doch nur um wenig differierten, „kurz, dass die Peptone von ihren resp. Muttersubstanzen nicht mehr abweichen als diese, d. h. die eigentlichen Eiweisssubstanzen untereinander" (Maly)[1]; denn den Analysen Kossel's standen solche einer Autorität wie Maly gegenüber!

Da brachten die Arbeiten Kühne's[2] und Kühne's und Chittenden's[3] neues Licht in die Peptonfrage. Die beiden Forscher wiesen nach, dass der Uebergang von Eiweiss in Pepton sich nicht in so einfacher Weise vollziehe, als man früher gemeiniglich annahm, und dass das, was allgemein mit dem Namen Pepton bezeichnet wurde, ein unreines Gemisch sei. Nach Kühne zerfällt das Eiweissmolekül zunächst in zwei Komponenten, die Antigruppe und die Hemigruppe; jede dieser Gruppen liefert dann Zwischenprodukte, die sog. Albumosen, und zwar Anti- und Hemialbumose; und diese erst gehen in Peptone über, in Anti- und Hemipepton, so dass es nach vollendeter Pepsinverdauung mindestens zwei Peptone gibt, von denen das eine mit Trypsin Amidosäuren liefert, das andere nicht. Dieses Gemisch von Anti- und Hemipepton nennt Kühne Amphopepton. Aus der folgenden Tabelle lässt sich der Gang der Eiweissverdauung leicht verfolgen:



Die Analysen des Amphopeptons stimmen in dem niedrigen Kohlenstoffgehalte überein mit den von Kossel gefundenen Werten, während die von Kühne und Chittenden für die aschefreie

1) Pflüger's Archiv, Bd. XX, S. 315.
2) Verhandlungen des naturhist. med. Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. I. 1877.
3) Zeitschrift für Biologie, Bd. XIX, S. 159.

Hemialbumose (aus Fibrin) angegebenen Zahlen den von Maly und Henninger für ihre sog. Peptone gefundenen sehr nahe stehen, ein Beweis, dass die letztgenannten keine reinen Peptone in Händen hatten.

	Fibrinpepton		Hemialbumose aus Fibrin	Fibrinpepton	Amphopepton aus Fibrin
	Maly	Henninger	Kühne u. Chittenden	Kossel	Kühne u. Chittenden
C	51,4 %	51,43 %	51,14 %	48,97 %	48,47 %
H	6,95 „	7,05 „	6,67 „	7,06 „	7,02 „
N	17,13 „	16,66 „	16,86 „	15,14 „	16,86 „
S	—	—	—	1,16 „	0,77 „

„Fast alles mit Pepsin bereitete Pepton“, sagt Kühne[1]), „das man bis heute in Händen gehabt, bestand zum grössten Teil aus Albumosen, und nur das durch Pankreasverdauung erhaltene Antipepton ist gelegentlich nahezu oder ganz frei davon gewesen. Da es kein Mittel zur Trennung der Albumosen von den Peptonen gab und die Magenverdauung nur einen geringen Anteil der ersteren in Peptone überführt, so konnte nur die Trypsinverdauung, welche die Albumosen vollkommen zu verwandeln mag, ein davon freies Pepton liefern“.

Dieses Mittel, das die Albumosen von den Peptonen zu trennen ermöglicht, ist nun von einem Schüler Kühne's, von Wenz in dem schwefelsauren Ammoniak gefunden worden. Heynsius[2]) hatte dasselbe bereits als das beste Mittel erkannt, sämtliche Eiweissstoffe mit Einschluss des „Propeptons“, d. i. der Albumosen, und des Peptons auszufällen. Diese letztere Angabe in betreff des Peptons erwies sich als unrichtig und ist ein weiterer Beweis dafür, wie oft die Peptone mit den Albumosen verwechselt wurden; denn sie ist nur daraus verständlich, dass ein Präparat verwendet wurde, das gar kein Pepton enthielt.

Wenz sättigte die Pepton-Albumosemischung mit neutralem schwefelsauren Ammoniak, wodurch die Albumosen sämtlich gefällt wurden, während die Peptone in Lösung blieben. [Das

1) Verhandlungen des naturhist.-med. Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. III, S. 286. 1886.

2) Pflüger's Archiv, Bd. XXXIV, S. 330.

salzgesättigte Filtrat färbte sich nach reichlichem Zusatz konzentrierter Natronlauge mit Kupfersulfat intensiv rot.] Darauf entfernte er das schwefelsaure Ammoniak durch Sieden mit kohlensaurem Baryt und erhielt dann nach genauer Zersetzung des Barytpeptons mit Schwefelsäure reines Pepton. Wenn Kühne angibt, nur das durch Trypsinverdauung erhaltene Pepton könne Anspruch auf Reinheit machen, so könnte es scheinen, als ob das von Kistiakowsky (l. c.) dargestellte Pankreaspepton ein reines Präparat gewesen sei; dem steht aber die Angabe Kistiakowsky's, dass der Geschmack seines Peptons angenehm und etwas süsslich gewesen sei, entgegen. Denn nach Kühne zeichnen sich die Peptone, als Produkte weiter vorgeschrittener Verdauung, durch einen widerwärtigen, an Erbrochenes erinnernden Geschmack aus. Und in einer späteren Arbeit kommen Kühne und Chittenden[1]) zu dem Schluss: „Während die genuinen Albumine und Albumosen so gut wie keine Geschmacksempfindung erregen, um so weniger, je reiner sie sind, scheint es, als ob die Peptone zu den widerlichst schmeckenden Körpern gehörten."

Auch Zuntz[2]) hebt diesen bitteren Geschmack der reinen Peptone hervor, und zwar, meint er, trete derselbe um so intensiver hervor, je mehr man es von Salzen und anderen Verunreinigungen befreie.

Weyl[3]) sagt, das Pepton schmecke um so schlechter, je reiner es dargestellt werde, und je gehaltreicher die Peptonlösung sei.

Krukenberg[4]) führt diesen Angaben gegenüber an, dass die von ihm dargestellten wahren Peptone (Hemipeptone) nur einen faden Geschmack hätten, dagegen nicht die Vorstellung nach Erbrochenem erweckten, nichts von Bitterkeit besässen und durchaus geruchlos seien.

Wir müssen hier noch kurz jener Peptonpräparate gedenken, welche von der chemischen Industrie in den Handel gebracht und zum Teil als wertvolle Nahrungsmittel, insbesondere als diätetische

---

1) Zeitschrift für Biologie, Bd. XXII.
2) Pflüger's Archiv, Bd. XXXVII, S. 313.
3) Weyl, Berl. klin. Wochenschrift. 1886. Nr. 15.
4) Krukenberg, Chem. Untersuchungen zur wissenschaftl. Medizin. I. Heft. 1886.

Hülfen in der Krankenernährung empfohlen wurden. Die meisten dieser Präparate führten den Namen „Pepton" nichts weniger als mit Recht; denn sie bestanden entweder ausschliesslich aus Albumosen oder enthielten nur ganz geringe Mengen von Pepton.

Kühne[1]) untersuchte eine Reihe solcher sog. Peptone und fand bei dem Pepton von Grübler, welches als „frei von Propepton" bezeichnet wurde, dass es reich an Albumosen (Propepton) sei, dagegen nur Spuren von Pepton enthalte.

Das Pepton von Sanders-Ezn enthielt Antipepton und liess sich als ein durch Pankreasverdauung bereitetes Produkt erkennen.

Das Pepton von Witte enthält nur Spuren von Pepton, reichlich Albumosen, zu deren Reindarstellung es sich vorzüglich eignet.

In den Fleischpeptonen von Kemmerich und Kochs endlich fand sich „keine Spur Pepton".

„Im allgemeinen", so fasst Kühne sein Urteil zusammen, „kann man sich bei der Beurteilung der käuflichen Peptone schon durch den Geschmack leiten lassen, da die wesentlich aus Albumosen bestehenden nicht den widerwärtigen, an Erbrochenes erinnernden Geschmack besitzen".

Die Peptone im Kühne'schen Sinne sind löslich in Wasser, werden durch Hitze nicht coaguliert und durch Salpetersäure, Kupfersulfat, Ammoniumsulfat und eine Anzahl anderer Fällungsmittel der Eiweisskörper nicht niedergeschlagen Durch Alkohol werden sie gefällt, aber nicht coaguliert. Sie werden vollständig (?) ausgefällt durch Tannin, Kaliumquecksilberjodid, Phosphormolybdänsäure, Phosphorwolframsäure und Pikrinsäure[2]).

Pollitzer[3]) war der erste, der Pepton genau nach der Vorschrift Kühne's bereitete und damit Ernährungsversuche anstellte. Er fütterte eine 3½ kg schwere Hündin abwechselnd mit Albumosen, Pepton, Fleisch und Leim und einer stickstofffreien Kost, bestehend aus Reisstärke und Schmalz. Das Tier setzte mit Ausnahme der Leimperiode fortwährend Fleisch an und nahm

---

1) Verhandlungen des naturhist.-med. Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. III, S. 286. 1886.

2) Halliburton-Kaiser, Lehrbuch der chem. Physiologie und Pathologie. 1893. S. 136.

3) Pflüger's Archiv, Bd. XXXVII, S. 301.



dementsprechend an Gewicht zu. Er folgert daraus, dass Pepton und Albumosen etwa denselben Nährwert haben wie Fleisch, dass dagegen eine äquivalente Menge Gelatine einen erheblichen N-Verlust bedinge. Gegen diesen Versuch lässt sich mancherlei einwenden; einmal war die Peptonperiode nur zwei Tage lang, also viel zu kurz, um für den Versuch beweisend zu sein; weiter gibt Pollitzer selbst an, dass an den Peptontagen ein diarrhoischer Kot entleert wurde, welchen er zwar nicht dem Pepton zuschrieb, der aber immerhin die Ursache gewesen sein dürfte, dass die Fütterung mit Pepton nicht fortgesetzt wurde, und der beweist, dass das Pepton reizend auf die Schleimhaut des Magen-Darmkanales einwirkte.

In neuerer Zeit versuchte Gerlach[1]) noch einmal, Hunde mit reinem Pepton zu füttern. Das zu diesem Zwecke verwendete Pepton stellte er dar aus reinem Fibrin durch Verdauung mit Trypsin-Sodalösung; es hatte einen N-Gehalt von 16,15°/₀. Der Versuch misslang: der Hund, der eine aus 18,5 g Pepton und stickstofffreien Stoffen bestehende Nahrung erhielt, erbrach sie nach kurzer Zeit. Einem zweiten Tier, das nur 10 g Pepton erhielt, erging es nicht besser. Bei einem dritten Hund endlich stellte sich zwar nach Darreichung von 15 g Pepton kein Erbrechen ein, er erkrankte aber bereits „nach 24 Stunden an heftigen Diarrhöen, mit welchen einmal nicht unbeträchtliche Mengen Blutes abgingen".

Diese letzten Versuche fielen in das Jahr 1891. Zehn Jahre vorher gab Voit[2]) sein Urteil über die Peptone im älteren Sinne ab, das auch jetzt noch im vollsten Masse für die Kühne'schen Fibrinpeptone zutrifft. Dasselbe lautet: „Ueber den Stoffumsatz im Körper unter dem Einflusse des Peptons liegen nur einige wenige Untersuchungen vor, welche keinen sicheren Entscheid brachten. Dieselben bieten deshalb grosse Schwierigkeiten dar, weil ganz reines Pepton nur schwer in genügender Menge zu Ernährungsversuchen an grösseren Hunden herzustellen ist und die Tiere dadurch leicht Diarrhöen bekommen, auch die ungewohnte, bitter schmeckende Speise zu verzehren verweigern. Ich halte es für unmöglich, ausschliesslich so viel Pepton, selbst

1) Gerlach, Die Peptone u. s. w. Hamburg 1891. S. 64.

2) Voit, l. c. S. 120.

wenn es im Uebrigen völlig die Bedeutung des Eiweisses haben sollte, zu geben, dass dabei ein Tier kein Eiweiss und kein Fett mehr vom Körper verliert". Es ist auch heute noch nicht sicher durch Stoffwechselversuche entschieden, ob das Pepton im Tierkörper vollkommen die Rolle des Eiweisses übernimmt und vollständig in Eiweiss zurückverwandelt wird. Denn die Versuche vor Publikation der Kühne'schen Arbeiten wurden nicht mit reinen Peptonen angestellt, und die in neuerer Zeit mit solchen ausgeführten sind teils, wie der von Pollitzer, nicht beweisend, teils, wie die von Gerlach, misslungen. Und wenn Voit von den Peptonen im älteren Sinne sagt, dass sie als stickstoffhaltige Nährstoffe neben Eiweiss wohl Verwendung finden könnten, da sie die vorzüglichsten Eiweissschützer seien, sofern sie leichter als Eiweiss und stets vollständig zersetzt würden, so kann ein gleiches Verhalten auch von den Fibrinpeptonen im modernen Sinne vorausgesetzt werden, aber bewiesen ist es bis jetzt nicht.

Auch Zuntz[1]) meint, dass das Pepton im Kühne'schen Sinne niemals Aussicht haben dürfte, als Nahrungsstoff in Betracht zu kommen, da es durch seinen intensiv bitteren Geschmack für den Menschen fast ungeniessbar werde.

Es ist durch Versuche Kühne's festgestellt, dass Fibrin, mit Pankreas bei 40—45° digeriert, einen unerträglichen Geruch entwickelt, welchen Kühne anfänglich[2]) auf die Entstehung von Naphtylamin zurückführte, später aber auf Grund der Untersuchungen von Radziejewsky[3]), Jaffé[4]), Nencki[5]) und ihm selbst[6]) als durch Indol hervorgerufen erkannte. Und vielleicht ist auch der den Fibrinpeptonen Kühne's anhaftende widerwärtige Geschmack ebenfalls durch basische Produkte sekundärer Zersetzungen bedingt.

Neuere Stoffwechseluntersuchungen haben erwiesen, dass der Eiweissbedarf des tierischen Organismus früher in der Regel zu hoch geschätzt wurde. Dieser Irrtum beruhte auf der alten Liebig'

---

1) Pflüger's Archiv, Bd. XXXVII, S. 313.
2) Arch. f. path. Anat., Bd. XXXIX, S. 165.
3) Arch. f. Anat. u. Physiol. 1870. S. 37.
4) Pflüger's Archiv, Bd. III, S. 448.
5) Ber. d. d. chem. Ges., Bd. VII, S. 1593.
6) Ber. d. d. chem. Ges., Bd. VIII, S. 206.

schen Doktrin, welche das Eiweiss als organbildende Substanz betrachtete und die Kohlenhydrate als wärmebildende Nährstoffe. Heute haben wir darüber andere Anschauungen gewonnen. Wir wissen, dass man durch zu reichliche Eiweissnahrung die N-Ausscheidung des Körpers, d. h. den Eiweisszerfall steigert, und dass man durch reichliche Fett- oder Kohlenhydratzufuhr das Eiweissbedürfnis des Organismus ganz ausserordentlich herabdrücken kann. Diese Ergebnisse beziehen sich auf Gesunde, dürfen aber doch auch mit einiger Berechtigung auf Kranke übertragen werden. Hieraus ergiebt sich, wie schwer es sich gegenwärtig beurteilen lässt, ob wir einem Kranken dadurch einen wesentlichen Nutzen schaffen, dass wir ihn vorwiegend mit Eiweiss ernähren. Im allgemeinen scheint es ebenso wichtig, ihm Fette und Kohlenhydrate zuzuführen (Leyden)[1]. Nun hat Voit gezeigt, dass wir in dem Leim einen Nahrungsstoff besitzen, der in weit höherem Grade Eiweiss ersparend wirkt als Fett und Kohlenhydrate; denn 100 Teile Leim ersetzen 50 Teile Eiweiss. Die eiweisssparende Wirkung ist in der Weise zu erklären, dass der Leim im Organismus leichter zersetzt wird als das Eiweiss und so dieses vor dem Zerfall schützt. Aus dem folgenden tabellarischen Auszug aus den Versuchen Voit's ist dies ersichtlich[2].

Nahrung pro Tag				Fleisch	
Fleisch	Leim	Fett	Zucker	zersetzt	am Körper
400	0	200	0	450	— 50
400	0	0	250	439	— 39
400	200	0	0	356	+ 44

Ferner hat Nencki[3]) nachgewiesen, dass bei der Fäulnis von Glutin verschiedene Körper, die bei der Zersetzung von Fibrin entstehen, nicht gebildet werden, so Tyrosin und Indol. Wenn nun die unangenehmen Eigenschaften der Fibrinpeptone, von denen wir bereits gesprochen haben, den spezifischen Zersetzungsprodukten des Fibrins zuzuschreiben sind, so dürfte wohl der Schluss gerecht-

1) Leyden, Ueber künstl. Nährpräparate. Deutsche med. Wochenschr. 1890. Nr. 48, S. 1081.

2) Hammarsten, Lehrbuch der physiol. Chemie, S. 385.

3) Nencki, Ueber die Zersetzung der Gelatine und des Eiweisses bei der Fäulnis mit Pankreas. Bern 1876.

fertigt sein, dass die Leimpeptone frei von diesen Eigenschaften sind. Und in der That hat sich das, wie ich noch mitteilen werde, bestätigt.

Am Krankenbett wird man wohl selten gezwungen sein, von der Darreichung von Eiweiss überhaupt absehen zu müssen; geringe Mengen von Eiweiss, sei es in Form von Milch, von gut geschabtem oder auch schmackhaft gebratenem Fleisch wird in der Regel auch ein kranker Magen verdauen und ausnützen können. Fügen wir nun zu diesen geringen Mengen von Eiweiss, neben stickstofffreien Stoffen, noch Leim, und zwar in einer Form, die den Magen seiner verdauenden Thätigkeit enthebt und keine reizende Wirkung auf die Schleimhaut ausübt, nämlich als Leimpepton, so werden wir mit einer solchen Nahrung auch da noch das Stickstoffgleichgewicht erhalten oder wenigstens einen beträchtlichen Eiweissverlust verhüten können, wo die Zuführung einer dem Bedarf entsprechenden Eiweissmenge nicht mehr vertragen wird.

Ich möchte an dieser Stelle noch eines Körpers Erwähnung thun, über welchen die Untersuchungen noch nicht abgeschlossen sind, ich meine das Tyrosin. Bekanntlich liegt ein wesentlicher chemischer Unterschied zwischen Eiweiss und Leim darin, dass bei der Zersetzung des letzteren kein Tyrosin entsteht, welchem Umstande es ja auch zugeschrieben wird, dass Leim nicht die Millon'sche Reaktion gibt; die Anwesenheit der Tyrosin bildenden Gruppe im Eiweiss und in den eiweissartigen Substanzen scheint für das Zustandekommen dieser Reaktion ein unbedingtes Erfordernis zu sein.[1]) Hermann glaubte nun, Eiweiss könne sich im Organismus aus Leim bilden bei gleichzeitiger Aufnahme von Tyrosin, und wirklich schienen auch Versuche von Escher[2]) diese Annahme zu bestätigen, da das Körpergewicht seines Versuchstieres bei Verfütterung von Leim + Tyrosin entweder zunahm oder doch zum wenigsten weniger abnahm als bei alleiniger Fütterung mit Leim. Versuche von Lehmann[3]) hingegen ergaben ein negatives Resultat, da Ratten bei einer Nahrung, bestehend aus Leim,

---

1) Krukenberg, l. c. S. 37, Anm. 3.

2) L. Hermann u. Th. Escher, Vierteljahrsschrift d. naturforsch. Ges. in Zürich 1876, S. 36.

3) Lehmann, Sitzungsber. der Ges. f. Morphol. u. Physiol. in München 1885.

Reisstärke, Butterschmalz, Fleischextrakt, Knochen und Tyrosin „ungefähr gleich schnell“ verendeten wie Ratten, welche dieselben Stoffe ohne Tyrosin erhalten hatten.

Wenn nun aber Ferd. Klug[1]) meint, diese Versuche zeigten, „dass wenigstens Ratten keine Eiweisssynthese aus Leim und Tyrosin auszuführen vermögen“, und daran anschliesst: „Da eine Ueberführung des Leimes in Eiweiss nur auf dem Wege der Synthese möglich ist, ähnliche Vorgänge aber im tierischen Organismus bis jetzt nicht beobachtet wurden, so ist dieselbe auch höchst unwahrscheinlich“, so widerspricht er sich einmal, da er mit der Wendung, „dass wenigstens Ratten keine Eiweisssynthese auszuführen vermögen“, immerhin noch die Annahme zulässt, dass andere Tiere oder auch Menschen eine solche Synthese wohl auszuführen vermögen. Zweitens aber irrt er, wenn er behauptet, im tierischen Organismus fänden keine Synthesen statt; denn wir kennen eine ganze Reihe synthetischer chemischer Prozesse. Oder was ist die Bildung von Hippursäure aus Glykokoll und Benzoësäure, die Bildung der gepaarten Schwefelsäuren und Glykuronsäuren, die Entstehung von Glykogen aus Zucker (im Sinne der Anhydridtheorie) anderes als eine Synthese!

Es ist also noch immer eine offene Frage, ob diese Eiweisssynthese nicht wirklich zustande kommt oder gegebenen Falls unter günstigen Umständen, sei es beim Tiere, sei es beim Menschen, zustande kommen kann.

Das wissenschaftliche Urteil über den Nährwert des Leimes und der leimgebenden Substanzen ist im Laufe der letzten 100 Jahre den seltsamsten Wandlungen unterworfen gewesen. Als[2]) im Jahre 1682 Dionys Papin mit seinem nach ihm benannten Digestor aus Knochen Leim ausgezogen und mit einer aus diesem Extrakt bereiteten Suppe Arme gespeist hatte, glaubte man, da man das Lösliche für das Nahrhafte hielt, in dem Leim ein gutes Nahrungsmittel gefunden zu haben. Von dieser Zeit an ruhte die Frage, bis sie wieder in den Tagen der französischen Revolution Interesse gewann, weil man hoffte, durch den wohlfeilen Leim das Fleisch ersetzen und so die Nahrung des Volkes und der Soldaten verbessern zu können. Und da man damals bereits

1) Ferd. Klug, Ueber Verdaulichkeit des Leimes. Bonn 1890. Sep.-Abdr. a. d. Arch. f. d. ges. Physiol., Bd. 48.

2) Zeitschrift f. Biologie, Bd. VIII.; vgl. auch Voit, l. c. S. 396.



neben der Löslichkeit auch den Stickstoffgehalt einer Substanz als massgebend für deren Nährwert ansah, so galt der Leim für die einzige nährende Substanz des Fleisches und der Knochen. Trotzdem verbreitete sich der Gebrauch von Leim als Nahrungsmittel erst in den zwanziger Jahren unseres Jahrhunderts. Wir begegnen ihm namentlich in Spitälern; so wurden z. B. im Hospital Saint-Louis in dem Zeitraum 1829—1838 nicht weniger als $2^3/_4$ Millionen Portionen Knochenleimsuppe verabreicht.

In diese Zeit fallen auch die ersten Fütterungsversuche mit Leim, die Versuche von Donné (1831) und von Edwards und Balzac[1]). Letztere fanden, dass Hunde, mit einer Suppe aus Brod, Gallerte und Wasser, in der Proportion wie sonst in einer guten Fleischbrühe, gefüttert, abmagerten und nach einigen Monaten starben; dass die Herabsetzung auf Brod und Wasser den Tod noch schneller herbeiführte, hingegen der Zusatz von frischer Fleischbrühe ihm vorbeugte. Sie schlossen daraus, dass die Gallerte zwar nahrhaft sei, aber für sich allein keine hinreichende Ernährung gewähre. Auch die Versuche von Magendie (1841) erwiesen, dass Tiere sich mit Leim allein nicht ernähren können. Allein diese Versuche wurden unrichtig gedeutet; denn auch mit gekochtem Eiweiss oder nur mit Stärkemehl oder nur mit Zucker kann man Tiere nicht am Leben erhalten, und doch wird Niemand den Wert dieser Substanzen als Nahrungsstoffe anzweifeln.

Im Jahre 1850 erklärte die Akademie der Medizin in Paris, die Gelatine übe nur eine belästigende Wirkung auf die Verdauungsorgane aus und könne in keiner Weise als Nahrungsmittel gelten[2]). Seitdem wurde der Leim für Ernährungszwecke wenig mehr verwendet; „nach den früheren Uebertreibungen seines Wertes, die ihn geradezu zu einer ausschliesslichen und wohlfeilsten Nahrung stempelten, erfolgte ein ebenso unberechtigter Rückschlag ins entgegengesetzte Extrem, wonach an ihm nichts Gutes mehr gelassen wurde und er sogar ein Gift sein sollte, obwohl wir doch in der gekochten, animalischen Kost nicht unbedeutende Menge von Leim verzehren“ [3]).

Mulder, Boussingault und Frerichs wiederum gelang-

1) Citiert nach Burdach, Physiologie als Erfahrungswissenschaft, Bd. VI, S. 213.

2) Voit, l. c. S. 393.

3) Voit, l. c. S. 393.

ten auf experimentellem Wege zu dem Resultat: der Leim erleide im Körper eine Metamorphose, wodurch er zu den Leistungen des Körpers beitrage, er müsse also ein Nahrungsmittel sein; eine vollständige Nahrung sei er nicht, könne es schon deshalb nicht sein, weil er keine Asche enthalte.

Aus Versuchen von Bischoff und Voit[1]) „ergab sich die wichtige Thatsache, dass der Leim den Verbrauch an stickstoffhaltiger Nahrung oder Körpersubstanz ansehnlich vermindert, und zwar der Art, dass der Körper sich bei Zusatz von Leim mit einer Eiweissmenge in der Nahrung erhält, mit der er bei reichlichem Zusatz von Fett nicht auskommt. Der Leim musste also nach dieser Erfahrung jedenfalls zu den Nahrungsstoffen gerechnet werden“.

Trotzdem diese Mitteilungen von Bischoff und Voit bereits in das Jahr 1860 fallen, begegnen wir doch noch in den erst 1865 veröffentlichten chemischen Briefen Liebig's[2]) einer Stelle, worin es heisst: „Es ist jetzt durch die überzeugendsten Versuche bewiesen, dass die an sich geschmacklose und beim Genusse Ekel erregende Leimsubstanz keinen Ernährungswert besitzt, dass sie, selbst begleitet von den schmackhaften Bestandteilen des Fleisches, den Lebensprozess nicht zu unterhalten vermag und als Zusatz zu der gewöhnlichen Lebensordnung den Ernährungswert der Speisen nicht erhöht, sondern im Gegenteil beeinträchtigt, unzureichend und unvollständig macht; dass ihr Genuss eher schädlich als nützlich ist“.

Heute ist durch die Versuche Voits auf das bestimmteste der Beweis erbracht, dass der Leim zwar für sich allein keine Nahrung, wohl aber ein höchst wertvoller Nahrungsstoff ist, der für die Ernährung eine sehr bedeutsame Rolle spielt, da er, mit stickstofffreien Stoffen und nur wenig Eiweiss gereicht, das Leben und die Leistungsfähigkeit des Organismus zu erhalten vermag.

Wir kommen nun zu der Frage: Welche Veränderungen erleidet denn der Leim bei der Verdauung? Wird er wie die Eiweisskörper verdaut oder als Leim wieder ausgeschieden, oder wird er auf irgend eine Weise im Organismus zerstört? Gar viel-

---

1) Bischoff u. Voit, Die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers. 1860.

2) Liebig, Chem. Briefe. 1865. 32. Brief, S. 318.



fach haben auch in diesem Punkte die Ansichten der Forscher gewechselt.

Tiedemann und Gmelin[1]) sagen in ihrem oben erwähnten Werke: „Der Leim verliert seine Eigenschaft, Gallerte zu bilden. Er scheint nicht gerade in Eiweissstoff verwandelt zu werden".

Funke[2]) ist der Ansicht, „der Magensaft übe auf keinen anderen organischen Nahrungsstoff ausser die Proteïnkörper und den Leimstoff eine verdauende Wirkung".

Fick[3]) spricht sich folgendermassen aus: „Der Magensaft löst ausser den eiweissartigen Körpern auch den Leim. Eine eigentliche „Verdauung" erleidet jedoch dieser Körper nicht. Denn der in Magensaft gelöste Leim zeigt alle Reaktionen des unveränderten Leims".

Aehnlich Meissner[4]): „Ich habe auch Versuche über die Verdauung des Leims durch künstlichen Magensaft angestellt. Es wurde die feinste Gelatine benutzt, wie man sie zu Carmininjektionen verwendet. Die Angabe, dass Leim, wie die eigentlichen Eiweisskörper, bei der Verdauung verwandelt werde, kann ich nach jenen Versuchen nicht bestätigen".

Lehmann[5]) hingegen schreibt: „Auffallend ist es, dass Glutin, Chondrin und das leimgebende Gewebe bei ihrer Verdauung im Magen in Stoffe umgewandelt werden, die in ihren physikalischen und den meisten ihrer chemischen Eigenschaften den Peptonen der Proteïnkörper vollkommen entsprechen".

Auch Versuche von Metzler[6]) ergaben, „dass der Leim durch den Magensaft verändert wird, er gerinnt nicht mehr. Mit Wahrscheinlichkeit werden durch das Verdauen die endosmotischen Eigenschaften des Leims geändert".

Nach einem später angestellten Versuche konnte Meissner[7]) seine früheren Angaben nur bestätigen; er fand, dass der Leim

---

1) l. c. S. 300.

2) Lehrbuch der Physiologie. II. Aufl. 1858. Bd. I, S. 269.

3) Fick, Comp. d. Physiologie d. Menschen.

4) Zeitschrift f. rat. Medizin. III. Reihe. Bd. VII, Heft I, S. 15.

5) Lehrbuch d. phys. Chemie. 1850. Bd. II, S. 52.

6) Metzler, Beiträge zur Lehre von d. Verdauung d. Leimes etc. Giessen 1860.

7) Zeitschrift für rat. Medizin. III. Reihe. Bd. XIV, S. 314.

bei der Digestion mit Magensaft seine Fähigkeit zu gelatinieren einbüsse, sein chemisches Verhalten aber nicht ändere, dass er „alle ursprünglichen Reaktionen behält und ein und dasselbe bleibt, während alle wahren Eiweisskörper in Peptone und Parapepton umgewandelt werden". Da das Glutin nicht gefällt wird durch gelbes Blutlaugensalz aus essigsaurer Lösung, nicht durch Säuren ausser Gerbsäure, nicht durch Alkali und Erdsalze u. s. w., so hält er es im allgemeinen für peptonähnlich, „und dem entspricht es denn auch, dass das Glutin durch Magensaft chemisch nicht weiter verändert wird, so wenig wie die einmal entstandenen Peptone".

Auch Schweder[1]) konnte durch seine Versuche nicht beweisen, dass dem Magensaft eine verdauende Wirkung auf Glutin zukomme; dagegen konnte er zeigen, dass Glutin durch Pankreassaft eine Veränderung erleide. Es gelang ihm nämlich, durch Verdauung des Leimes mit Pankreassekret einen Körper herzustellen, „der sämtliche Eigenschaften der Eiweisspeptone, vor allen Dingen auch die Fähigkeit der Diffusion, in ausgesprochener Weise besass, oder mit anderen Worten ein wohlcharakterisiertes Leimpepton".

Etzinger[2]), der auch Ernährungsversuche mit leimgebenden Geweben anstellte, bestätigte das Ergebnis Metzlers, dass der Leim durch künstliche Verdauung sein Gelatinierungsvermögen einbüsse.

Heute wissen wir, dass Leim, wenn er durch längeres Kochen mit Wasser, durch anhaltendes Digerieren mit verdünnten Säuren (Salzsäure) oder durch Einwirkung der verdauenden Fermente seine Fähigkeit zu gelatinieren einbüsst, einem hydrolytischen Prozess unterliegt, wie Eiweiss, wenn es peptonisiert wird, und dass schliesslich Leimpeptone aus ihm entstehen.

Was sind nun diese Leimpeptone? Haben wir unter ihnen echte Peptone im Sinne Kühne's zu verstehen, oder sind sie mehr den Albumosen resp. den Körpern zu vergleichen, die man früher fälschlich mit dem Namen „Peptone" belegte?

Halliburton[3]) scheint noch letzterer Ansicht zu sein, denn

1) Schweder, Zur Kenntnis der Glutinverdauung. Berlin 1867.

2) Zeitschrift für Biologie, Bd. X, S. 84.

3) Halliburton-Kaiser, Lehrbuch der chem. Physiologie u. Pathologie. Heidelberg 1893. S. 136.

er schreibt in seinem erst jüngst erschienenen Werke: „Die durch diese verschiedenen Prozesse gebildeten sog. Leimpeptone stehen in Wirklichkeit den Proteosen näher als den echten Peptonen. Sie werden durch Sättigung mit Magnesium- oder Ammoniumsulfat gefällt". Inwiefern diese Auffassung mit den neueren Forschungen in Widerspruch steht, will ich weiter unten nachweisen; zunächst soll auf die Frage eingegangen werden, inwieweit die Leimpeptone bezw. die Körper, die man unter diesem Namen zusammenfasste, in ihrer chemischen Zusammensetzung mit ihren Muttersubstanzen übereinstimmen. Wir haben oben gesehen, dass die Eiweisspeptone sich von ihren Muttersubstanzen durch einen geringeren Kohlenstoffgehalt unterscheiden, dass sie als Hydratationsprodukte derselben anzusehen sind. Vergleichen wir nun die Zusammensetzung der Leimpeptone mit der des Leims!

Ich folge hierbei zum Teil der vortrefflichen Arbeit Hofmeisters[1]). Goudoever war der erste, der ein Hydratationsprodukt des Leimes analysierte, nämlich einen Körper, den er durch 55-stündiges Kochen von Fischleim mit Wasser hergestellt hatte.

Er fand:

C	48,86	%
H	6,57	„
N	17,36	„
O	27,21	„

Die von Mulder und Fremy[2]) angegebenen Zahlen für Leim aus Hirschhorn resp. Knochen sind folgende:

	C	H	N	S+O	
Leim aus Hirschhorn:	49,31	6,55	18,37	25,77	(Mulder)
Leim aus Knochen:	50,00	6,50	17,50	26,00	(Fremy).

Nencki fand bei der Analyse seines durch Pankreasverdauung und Fäulnis erhaltenen und möglichst gereinigten „Leimpeptons" eine nicht unbeträchtliche Abweichung von der Muttersubstanz.

Hofmeister liess kochendes Wasser auf gut gereinigte d. h. fast aschefreie Gelatine einwirken und erhielt eine gelb gefärbte, schwach sauer reagierende Flüssigkeit, aus welcher er zwei Substanzen isolieren konnte: nämlich eine durch Platinchlorid fällbare, in 70—80%igem Alkohol unlösliche, die er Semiglutin nannte, und eine durch Platinchlorid nicht fällbare, in Alkohol leichter

1) Zeitschrift für physiol. Chemie, Bd. II. 1878/79.

2) Hammarsten, Lehrbuch der physiol. Chemie, S. 385 u. 31.

lösliche, für welche er den Namen Hemicollin vorschlug. Aus der Analyse ihrer Platin- resp. Kupfersalze leitete er für Semiglutin die Formel $C_{55}H_{85}N_{17}O_{22}$ mit einem Molekulargewicht von 1335, für Hemicollin die Formel $C_{47}H_{68}N_{14}O_{19}$ mit einem Molekulargewicht von 1132 ab.

Aus diesen Formeln berechnet sich die prozentische Zusammensetzung beider Substanzen, wie folgt:

	C	H	N	O
Semiglutin:	49,44	6,36	17,83	26,37
Hemicollin:	49,82	6,01	17,31	26,86.

Diese Analysen unterscheiden sich sehr von denen Nencki's, stimmen aber mit den von Goudoever angegebenen einigermassen überein. Bei weiterer Zersetzung ergaben beide Körper gleiche Produkte, nämlich Glycin und Leucin, so dass sie nicht in einem solchen Verhältnis zu einander zu stehen scheinen wie das Hemipepton zum Antipepton.

Für Glutin fand Hofmeister die Zusammensetzung:

C	50,31	%
H	6,20	„
N	17,84	„
O	25,65	„

Die beiden oben beschriebenen Körper Hofmeister's unter scheiden sich also vom Glutin nur durch einen um etwas geringeren C-Gehalt, während ihr N-Gehalt fast der gleiche ist wie in der Muttersubstanz. Der Unterschied in dem Kohlenstoffgehalt ist aber so gering, dass man unmöglich diese Körper bereits für die Endprodukte der Leimverdauung ansehen kann; es liegt im Gegenteil der Gedanke nahe, dass wir es hier mit Zwischenstufen ähnlich den Albumosen zu thun haben.

Klug[1]), der durch Versuche zeigte, „dass der Leim durch Magensaft und Bauchspeichel rasch verdaut wird“, hat nun einige der Zwischenstufen zwischen Leim und Leimpeptonen dargestellt und analysiert. Er benutzte Magensaft, der genau nach der Vorschrift von Kühne und Chittenden[2]) bereitet war, und erhielt bei der Verdauung des Leimes einen Körper, der durch schwefel-

---

1) Ferd. Klug, Ueber Verdaulichkeit des Leimes. Bonn 1890. Sep.-Abdr. a. d. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 48.

2) Zeitschrift für Biologie Bd. 22.

saures Ammoniak gefällt werden konnte, und welchen er, um die Analogie mit den Albumosen anzudeuten, „Glutose“ nannte. Bei der Analyse fand er ihn kohlenstoffärmer und wasserstoffreicher als das Glutin; er sieht ihn demnach als „Hydrat des Leimes“ an. Neben der Glutose entstand, vielleicht durch Abspaltung aus dem Leim, ein Körper, der bedeutend reicher an Kohlenstoff und ärmer an Stickstoff war als das Ausgangsmaterial; Klug bezeichnet ihn mit „Apoglutin“.

Durch Pankreasverdauung des Leimes stellte Klug ferner eine in Alkohol und Aether unlösliche, in Wasser sehr leicht lösliche Substanz dar, die er für das Endprodukt der Leimverdauung hält und Glutinpepton nennt; auch hierbei erhielt er gleichzeitig Apoglutin oder doch ein dem Apoglutin sehr ähnliches Nebenprodukt. Dass aber dieses Glutinpepton kein echtes Pepton war, sondern entweder ein weiteres Zwischenprodukt zwischen dem wirklichen Pepton und der Glutose oder ein durch irgendwelche anderen Substanzen verunreinigtes Präparat, geht schon daraus hervor, dass es aus seinen Lösungen durch schwefelsaures Ammoniak vollständig gefällt werden konnte. Ausserdem fand Klug bei der Analyse seines Glutinpeptons Kohlenstoffzahlen, die grösser waren als die für die Muttersubstanz gefundenen, was sich nicht mit den bis heute giltigen Lehren Kühne's und Chittenden's (s. o.) vereinbaren lässt. Die Werte sind aus der folgenden Tabelle ersichtlich.

		Produkte der Magen-		u. der Pankreasverdauung	
	Glutin	Glutose	Apoglutin	Apoglutin	Glutino-pepton
C	42,75	40,06	48,39	49,11	42,95
H	7,00	7,02	7,50	8,48	7,18
N	15,61	15,86	14,02	11,65	15,89
O + S	34,64	37,06	30,09	30,76	33,98

Nicht viel glücklicher war Gerlach[1]) bei der Reinigung und Isolierung seiner Leimpeptone, die er teils durch Pepsin-, teils durch Trypsinverdauung dargestellt hatte. Auch seine Präparate

1) Gerlach, Die Peptone u. s. w. Hamburg 1891. S. 64.

unterscheiden sich in ihrem Kohlenstoffgehalte nur wenig von der Muttersubstanz, wie aus nachstehender Tabelle hervorgeht.

	Leim	Leimpepton durch Pepsin-verdauung	Leimpepton durch Trypsin-verdauung
C	49,54	48,97	49,17
H	6,33	6,505	6,87
N	17,71	17,67	17,69

Auffallend ist, dass Gerlach durch Pepsinverdauung, bei welcher doch nach Kühne fast nur Vorstufen der eigentlichen Peptone entstehen, Körper mit geringerem C-Gehalt erhielt als durch Trypsinverdauung. Sein mit Pepsin dargestelltes „Leimpepton“ muss man als ein den Albumosen analoges Verdauungsprodukt auffassen, die Eigenschaften des Präparates, z. B. seine Fällbarkeit durch $HNO_3 + NaCl$, sprechen dafür; über die für die Charakterisierung des Präparates wichtigste Reaktion, nämlich über sein Verhalten zu Ammoniumsulfat, findet sich leider keine bestimmte Angabe. Aber Gerlach verwahrt sich ausdrücklich dagegen, dass seine „Leimpeptone“ etwa als Zwischenstufen aufgefasst werden, und hält die durch Pepsin- und die durch Trypsinverdauung gewonnenen Körper für einander vollkommen gleich. „Es lag nahe bei der Verdauung des Leimes nach Zwischenprodukten zu suchen, welche etwa den Albumosen entsprächen. Zu dem Ende wurde eiweissfreier Leim der peptischen Verdauung nur während kurzer Zeit (fünf bis sieben Tage lang) unterworfen. Während ich in einem Fall den Eindruck empfing, als ob solche Zwischenprodukte beständen, d. h. als ob nicht die gesamte Leimmenge aus der Verdauungsflüssigkeit ausgefällt worden sei, überzeugte ich mich doch durch zahlreiche Versuche, dass dem nicht so sei, dass vielmehr bei wirklicher Sättigung der betreffenden Verdauungslösung mit schwefelsaurem Ammon das Filtrat auch nicht die Spur einer Biuretreaktion oder Violettfärbung mit $NaHO + CuSO_4$ mehr gibt. Aber auch die tryptische Verdauung des Leimes ergab nur Präparate, welche sich vollständig gleich verhalten den bei der Pepsinverdauung gewonnenen .....“ Es ist nicht einzusehen, wie daraus, dass „die gesamte Leimmenge aus

der Verdauungsflüssigkeit“ durch Ammoniumsulfat ausgefällt werden konnte, die Abwesenheit von Zwischenprodukten d. h. von Vorstufen des Leimpeptons gefolgert werden muss.

Die Ernährungsversuche, die Gerlach mit seinen Leimpeptonen anstellte, ergaben, dass „Leimpepton“ allein nicht im Stande ist, die gesamte Eiweissmenge der Nahrung zu ersetzen, dass es jedoch ein gutes Sparmittel ist, welches einen hohen Prozentsatz des Eiweisses in der Nahrung vertreten kann. Da aber seine Präparate ebenfalls nicht Peptone im Kühne'schen Sinne waren, so beweisen seine Versuche nichts gerade für die Frage, um derentwillen sie angestellt wurden.

Die Frage, ob auch bei der Verdauung des Leimes erst Produkte entstehen, die als Zwischenstufen zwischen diesem und den eigentlichen Peptonen anzusehen sind, ist also noch wenig geklärt, und soviel ich aus der Litteratur ersehen konnte, ist auch in der neuesten Zeit kein weiterer Versuch zu ihrer Lösung gemacht worden. Dagegen liegen exakte und erfolgreiche Untersuchungen über die Peptonisierung des Leimes durch Säurewirkung vor.

Wie bei Verdauung durch Pankreas, so zerfallen auch bei anhaltender Einwirkung starker Säuren die Eiweissstoffe schliesslich in eine Reihe einfacherer, zum Teil wohlbekannter Verbindungen, insbesondere in Amidosäuren; bei passend gemässigter Säurewirkung kommt es jedoch nicht zum völligen Zerfall des Eiweisses, sondern, wie Kühne zeigte, zur Bildung von Peptonen. Daraus nun, dass Glutin, wie die Arbeiten von Horbaczewsky, Gaethgens und Tatarinoff dargethan haben, durch längeres Kochen mit Säuren in Ammoniak, Glykokoll, Alanin, Leucin u. s. w., also in ähnlicher Weise wie Eiweiss zerfällt, folgerte Paal[1]), dass bei weniger energischem Eingriff aus Glutin ebenso wie aus Eiweiss Peptone entstehen müssten, und „von der Annahme ausgehend, dass die durch Einwirkung von Säuren auf Proteïnstoffe entstehenden Peptone in Form ihrer Salze im Reaktionsprodukt enthalten sein müssen“, liess er Halogenwasserstoffsäure sowie Schwefelsäure auf Glutin einwirken. „Bei diesen Versuchen sellte sich bald heraus, dass in der That Peptonsalze gebildet werden und dass es auch leicht gelingt, dieselben auf Grund ihrer eigentümlichen Löslichkeitsverhältnisse zu isolieren“. Je nach der längeren oder kürzeren

1) Ueber die Peptonsalne des Glutins. Ber. d. Deutsch. chem. Gesellschaft. Jahrg. XXV. S. 1202.

Dauer der Einwirkung von HCl erhielt Paal Produkte von höherem oder niedrigerem Salzsäuregehalt; erstere konnten als wahre Kühne'sche Peptone aufgefasst werden, da sie durch Ammonsulfat nicht aus ihrer Lösung gefällt wurden, während die Produkte mit geringerem Salzsäuregehalt, die durch Ammonsulfat mehr oder minder vollständig niedergeschlagen wurden, den Albumosen zu vergleichen waren; diese letzteren könnte man, wenn man die von F. Klug vorgeschlagene Bezeichnung anwenden will, Glutosen nennen. Bei der Analyse ergaben die durch Ammonsulfat fällbaren Körper, wie zu erwarten, einen weit höheren Kohlenstoffgehalt als die Peptone, aber es zeigte sich auch auffallender Weise bei mehreren Präparaten ein höherer Kohlenstoffgehalt als bei der Gelatine, aus der sie dargestellt worden waren. Ich lasse hier aus der Fülle analytischer Belege, welche die Arbeit von Paal bietet, drei Analysen folgen, eine Analyse von gereinigter Gelatine (Glutin) und zwei von Peptonchlorhydraten.

		Peptonsalze	
HCl		10,47 %	13,53 %
	Glutin	freie Peptone	
C	50,14 %	50,37 %	48,05 %
H	6,69 „	7,18 „	7,27 „
N	18,12 „	17,52 „	—
S	0,57 „	—	—

Die Analyse des Glutins stimmt mit der von Fremy (s. S. 26) angegebenen ziemlich gut überein. Dass die „Peptone“ mit niedrigem Salzsäuregehalt mehr Kohlenstoff ergaben als das Glutin, erklärte sich daraus, dass „die Präparate ätherartige Verbindungen enthalten, welche beim Erwärmen mit Natronlauge Alkohol abspalten“. Die Bedingungen für die Entstehung solcher Verbindungen waren durch die wiederholte Anwendung von Alkohol bei der Aufarbeitung der stark salzsauren peptonhaltigen Flüssigkeiten gegeben.

Sämtliche Präparate mit einem HCl-Gehalt von 12—13 % können als Salze der eigentlichen Peptone nach der Definition Kühne's angesehen werden. Diese reinen Leimpeptone sind es, die von vornherein das physiologische Interesse in hohem Grade in Anspruch nehmen mussten. Zunächst galt es ihren Nährwert festzustellen. Zur Lösung dieser Frage habe ich auf Anregung und unter Leitung

des Herrn Dr. O. Schulz, Assistenten am physiologischen Institut, die im folgenden beschriebenen Fütterungsversuche durchgeführt.

Es sollte in erster Linie festgestellt werden, ob es überhaupt gelinge, ein Tier mit dem salzsauren Glutinpepton im Stickstoffgleichgewicht zu erhalten, wenn ihm daneben eine ungenügende N-Nahrung in Form von Fleisch gereicht würde, und zweitens, inwieweit der Stickstoff des Fleisches durch den des Glutinpeptons ersetzt werden könne.

Durch die Güte des Herrn Professor Dr. C. Paal wurde mir ein Präparat zur Verfügung gestellt von der Zusammensetzung:

C	41,9 %
H	6,3 „
N	15,0 „
HCl	13,34 „

d. i. auf die freien Peptone berechnet:

C	48,35 %
H	7,27 „
N	17,31 „

Der hohe Salzsäuregehalt bürgte für die Reinheit des Präparates. Was den Stickstoffgehalt betrifft, so konnte ich durch Stickstoffbestimmungen nach Kjeldahl niemals den durch Elementaranalyse ermittelten Wert erreichen, sondern nur einen um 1, ja sogar um 2 % kleineren. Aehnlich niedrige Zahlen ergaben auch die gleichfalls im hiesigen physiologischen Institut ausgeführten Analysen von F. Heubach[1]), der darüber schon berichtet hat. Worauf diese Differenz zurückzuführen, konnte nicht festgestellt werden. Ich habe bei sämtlichen Berechnungen unter Nichtbeachtung der nach Kjeldahl erhaltenen Stickstoffwerte einen Stickstoffgehalt von 15 % für das Peptonchlorhydrat zu Grunde gelegt.

Als Versuchstier wurde ein männlicher Hund von ca. 6000 g Körpergewicht benutzt, der schon früher zu ähnlichen Versuchen gedient hatte. Sein Futter, mit wenigen Ausnahmen die ganze Tagesration, erhielt er stets mittags, und zwar ausserhalb des Käfigs; nur an 6 Tagen, wie weiter unten noch angegeben werden wird, verfütterte ich Mittags etwa die Hälfte und erst nach Verlauf mehrerer Stunden den Rest der Tagesration. Während er frass, wurde

1) Heubach, Ueber Infusionen von C. Paal'schem salzsauren Glutinpepton in die Blutbahn. Sitzgsber. d. physik.-med. Societät in Erlangen. 25. Heft, S. 98.

der Käfig, ein Zinkblechkasten mit beweglichem, in der Mitte nach unten gewölbtem, durchlöchertem Boden, und die Schale, in welche der Harn ablief, mit Hilfe der Spritzflasche gründlich ausgespritzt. Ein Teil des an den Wandungen des Käfigs eingetrockneten Harns konnte so wiedergewonnen werden; desgleichen wurde so verhindert, dass Harn vom vorhergehenden Tage sich mit frischem vermischte.

Der Kot des Hundes war während der ganzen Versuchsreihe stets so fest, dass er, ohne auch nur eine Spur am Boden des Käfigs zu hinterlassen, weggenommen werden konnte.

Es versteht sich von selbst, dass bei der täglichen Fütterung und Wägung des Hundes — letztere geschah ebenfalls Mittags, kurz vor der Fütterung — mit der grössten Sorgfalt verfahren wurde, so dass es dem Tier unmöglich war, Harn und Kot anderswo als in seinem Käfig zu entleeren.

Wenn trotzdem kleine Mengen von Harn und damit von dem uns interessierenden Harn-Stickstoff verloren gingen, insbesondere das, was an den Haaren des Tieres haften blieb, so dürfte dieser Verlust einmal ziemlich gering sein, andererseits auch für unsere Untersuchung weniger in Betracht kommen, da er doch täglich wiederkehrte und so die Analysen der Ausscheidungen nicht einseitig zum Nachteil der Fleisch- oder der Peptonperiode beeinflussen konnte. Den gesamten Stickstoff im Harn und Kot wiederzufinden gelingt ja auch in dem auf das sorgfältigste unter allen möglichen Kautelen ausgeführten Stoffwechselversuche nicht, da stets Spuren von Stickstoff durch die Haut und mit abgestossenen Epithelien, Haaren und Nägeln den Organismus verlassen. Begnügen wir uns also, wenn das Defizit sich innerhalb der gewöhnlichen Fehlergrenzen bewegt.

Die Bestimmung des Stickstoffs im Harn bezw. des Harnstoffs wurde nach der von Pflüger[1]) verbesserten Liebig'schen Titriermethode ausgeführt.

Der Stickstoff der Nahrung und des Kotes wurde nach der Methode von Kjeldahl-Wilfarth mit der Modifikation von Argutinsky[2]) bestimmt.

Um mich zu vergewissern, dass wirklich nach der von Pflüger

1) Pflügers Archiv, Bd. XXI. — Schotten, Kurzes Lehrbuch der Harnanalyse.

2) Pflügers Archiv, Bd. XLVI, S. 581.

angegebenen Methode der gesamte Stickstoff des Harns gefunden werde, habe ich einige Stickstoffbestimmungen zugleich noch nach Kjeldahl ausgeführt; dabei ergab sich das erfreuliche Resultat, dass die nach beiden Methoden erhaltenen Werte so wenig von einander abwichen, dass die Differenz bei der Berechnung kaum in Betracht kommen würde. Ich werde unten bei den analytischen Belegen einige Beispiele hierfür anführen.

Der Harn wurde fast immer sogleich nach Schluss des 24 stündigen Tages, während dessen er entleert worden war, der Analyse unterworfen; falls dies jedoch aus äusseren Gründen nicht geschehen konnte, wurde er zur Verhütung der Gärung auf ca. 80° erhitzt und blieb sodann an einem kühlen Orte bis zum nächsten Tage stehen. Da ich den Hund nicht katheterisierte, so mussten begreiflicherweise die Tageswerte für die Stickstoffausscheidung innerhalb ziemlich weiter Grenzen schwanken, und für die Beurteilung der Stickstoffbilanz konnte keiner der einzelnen Werte, sondern nur der Durchschnitt aus sämtlichen Tageswerten einer ganzen Periode massgebend sein.

Die bei den Stickstoffbestimmungen des Fleisches gefundenen Zahlen stimmen vollkommen mit den von Voit[1]) angegebenen überein. Das Mittel aus mehreren Analysen war bei meinen Bestimmungen (s. unten analytische Belege) 3,44 %; Voit fand 3,4 %, Adamkiewicz[2]) 3,86 % N.

Der Kot wurde sofort nach der Entleerung gewogen, getrocknet, gepulvert und durch ein feines Sieb geschickt. Das Durchsieben war deshalb notwendig, weil dem Kot viel Haare beigemengt waren, welche bei der Stickstoffbestimmung kleine Ungenauigkeiten herbeigeführt hätten.

Zur Analyse kamen Durchschnittsproben des Gesamtkotes von jeder Periode. Nur von der ersten Fleischperiode wurde der zuerst entleerte Kot für sich analysiert. Der Stickstoffgehalt des Fleischkotes war nicht konstant, er betrug bei den vier analysierten Proben 6,2 — 5,37 — 6,63 — 5,34 %.

Bischoff und Voit[3]) fanden im Fleischkot durchschnittlich 6,5 % N.

---

1) Voit, Zeitschrift für Biologie, Bd. I. S. 96.

2) Adamkiewicz, Natur und Nährwert des Peptons, S. 86.

3) Bischoff und Voit, Die Gesetze der Ernährung des Fleischfressers. 1860.

Die Angaben der beiden Forscher, die Beschaffenheit des Kotes betreffend, kann ich nur bestätigen. Bischoff und Voit schreiben nämlich in ihrem bereits genannten Werke: „Der Fleischkot ist dunkelschwarz, zäh wie Pech oder sehr fest; er erscheint in geformten Würsten und ist sehr leicht von den anderen Kotsorten unterscheidbar. Wir haben im Fleischkot niemals unverdaute Fleischreste entdecken können.“ Das letztere gelang auch mir niemals. Dass hingegen bei Fleischfütterung nur selten Kot entleert werde, oft während eines Zeitraumes von 8 Tagen nicht, konnte ich nicht beobachten; der Kot wurde vielmehr bei reiner Fleischnahrung durchschnittlich jeden dritten Tag entleert. Bezüglich des Leimkotes geben Bischoff und Voit an: „Der Leimkot ist, wenn mit dem Leim viel Fleisch gereicht wird, eine dunkelschwarze Schmiere, zäh wie Fleischkot; bei wenig Fleisch ist er weicher, dunkelbraun, aber wie Fleischkot riechend. Wird nur Leim gegeben, so ist der Kot braungelb. Bei Leimnahrung wird der Kot selten entleert.“ Den Stickstoffgehalt des Leimkotes fanden Bischoff und Voit gleich 4,2%. Wenn es nun erlaubt ist, von dem Leimkot einen Schluss auf den Leimpeptonkot zu ziehen, so weichen meine Befunde von denen der genannten Forscher etwas ab. Ich fand bei Darreichung von viel Fleisch mit wenig Leimpepton den Kot weicher und übelriechender als den reinen Fleischkot; verfütterte ich dagegen weniger Fleisch und mehr Leimpepton, so nahm er eine härtere Konsistenz an, und der üble fäkale Geruch wurde womöglich noch unangenehmer. Der Stickstoffgehalt des Leimpeptonkotes betrug in der ersten Peptonperiode 5,61 %, in der zweiten 4,41 %.

Zur Abgrenzung des Fleischkotes von dem Leimpeptonkote dienten Knochen, welche dem Hunde jedesmal am Ende einer Fütterungsperiode gereicht wurden; die Trennung der Exkremente gelang dadurch vollkommen.

Es erübrigen noch einige Bemerkungen über die Beschaffenheit des Harns. Bischoff und Voit fanden den Harn bei reichlicher Fleischnahrung hell und von rein gelber Farbe; er reagierte stets sauer. Diesen Angaben entsprechen meine Beobachtungen nicht. Der Harn hatte in der Regel ein trüb gelbliches Aussehen und reagierte sehr häufig alkalisch. Den Leimharn fanden die genannten Forscher etwas dunkler gefärbt als den Fleischharn, die ersten Portionen reagierten alkalisch, „die späteren aber,

etwa 10 Stunden nach der Nahrungsaufnahme, schon sauer. Es fiel stets nach einigem Stehen des Harns eine reichliche Menge eines schmutzig gelben Sediments zu Boden, was sich aus grösseren und kleineren Oktaëdern von oxalsaurem Kalk bestehend erwies; wir haben im Hundeharn niemals, ausser bei Fütterung mit Leim, dies Sediment wahrgenommen. Es scheint, dass bei der Oxydation des Leims als Zersetzungsprodukt neben Harnstoff auch Oxalsäure entsteht.“ Was die Farbe des Leimpeptonharns betrifft, so konnte ich darin keinen wesentlichen Unterschied von dem Fleischharn erkennen. Dagegen war seine Reaktion deutlich sauer, und zwar in der zweiten Peptonperiode gleich von Anfang an, in der ersten Peptonperiode vom sechsten Tage an.

Der Fütterungsversuch währte im ganzen 52 Tage. Hiervon kam ein Tag der ersten Fleischperiode in Wegfall, da infolge einer Unvorsichtigkeit der Harn von diesem Tage verloren ging. Bei der Aufstellung der Bilanz wurde natürlich alles, was auf diesen Tag gekommen wäre, N der Nahrung und des Kotes weggelassen.

Die übrigen 51 Tage verteilten sich auf die einzelnen Perioden wie folgt:

1. Fleischperiode	15 Tage
1. Peptonperiode	13 Tage
2. Fleischperiode	12 Tage
2. Peptonperiode	8 Tage
3. Fleischperiode	3 Tage.

In der ersten Fleischperiode erhielt der Hund *pro die* 235 g Pferdefleisch, und zwar gehacktes fettfreies Muskelfleisch, 25 g fein zerschnittenen Speck und 400 ccm Wasser, alles zusammen unter Zusatz von etwas Kochsalz zu einem dünnen Brei verrührt. Den Stickstoffgehalt des Fleisches zu 3,44 % gerechnet, erhielt er also täglich in seinem Futter 8,084 g N. Nach Voit braucht ein Hund von 34 kg Körpergewicht bei reiner Fleischkost täglich mindestens 1500 g Fleisch (1500—1800 g), wenn er nichts von seinem Gewicht verlieren soll. Hiernach hätte ich meinem Hunde, der 6 kg wog, täglich mindestens 265 g Fleisch geben müssen. Ich gab ihm 30 g Fleisch weniger, legte ihm aber dafür 25 g Fett zu. Der Erfolg war, dass der Hund während der ersten Fleischperiode merklich an Gewicht zunahm, und zwar, wie aus der Stickstoffbilanz geschlossen werden kann, dadurch, dass er Fleisch ansetzte.

In der darauf folgenden Peptonperiode wurde ein grosser Teil des Stickstoffs in Gestalt von Leimpepton verfüttert. Der Hund erhielt also in seiner Fleischration eine N-Zufuhr, welche bei weitem zu gering war, um das Tier vor N-Verlust schützen zu können. Das gleiche geschah in der 2. Peptonperiode, nur mit dem Unterschiede, dass hier die Menge des im Pepton verfütterten Stickstoffs mehr als die Hälfte des Gesamtstickstoffs der Nahrung betrug.

Bevor ich die einzelnen Versuche einer näheren Besprechung unterziehe, will ich in den folgenden Tabellen darlegen, wie sich die Stickstoff-Einnahmen und -Ausgaben auf die einzelnen Tage sowohl wie auf die ganzen Perioden verteilten.

Erste Fleischperiode.

Tag	Gewicht des Hundes	Nahrung	N in der Nahrung	N im Harn	N im Kot
22. VI. 92	5800 g	235 g Pferdefleisch, 25 g Speck, 400 ccm Wasser	8,084 g	5,543 g	0,899 g
23. VI. „	5870 „			6,616 „	
24. VI. „	5800 „			8,207 „	
25. VI. „	5770 „			7,190 „	
26. VI. „	5700 „			7,460 „	
27. VI. „	5700 „			7,922 „	
28. VI. „	5870 „			5,687 „	
29. VI. „	5860 „			6,621 „	
30. VI. „	5810 „			4,614 „	
1. VII. „	5870 „			5,981 „	2,021 g
2. VII. „	5790 „			6,695 „	
3. VII. „	5810 „			8,160 „	
5. VII. „	5950 „			6,532 „	
6. VII. „	5950 „			8,676 „	
7. VII. „	6000 „			7,880 „	

Im Mittel *pro die*: 6,919 g 0,195 g

Bilanz: 8,084 g — (6,919 + 0,195) g = + 0,970 g N.

Erste Peptonperiode.

Tag	Gewicht des Hundes	Nahrung	N in der Nahrung	N im Harn	N im Kot
8. VII. 92	6000 g	25 g Speck 185 g Fleisch 11,86 g Pepton	8,143 g	8,552 g	3,11 g
9. VII. „	6060 „	25 g Speck 185 g Fleisch 12,8 g Pepton	8,284 „	7,992 g	
10. VII. „	5980 „	185 g Fleisch 25 g Speck 12 g Pepton	8,164 „	2,920 „	
11. VII. „	6050 „			9,056 „	
12. VII. „	5970 „			9,252 „	
13. VII. „	6020 „			6,541 „	
14. VII. „	6000 „			7,810 „	
15. VII. „	6030 „			6,896 „	
16. VII. „	6050 „	160 g Fleisch 25 g Speck 18 g Pepton	8,204 g	7,446 „	
17. VII. „	5950 „			7,026 „	
18. VII. „	5970 „			7,890 „	
19. VII. „	5970 „			7,390 „	
20. VII. „	6010 „			6,971 „	

Im Mittel *pro die*: 8,187 g 7,367 g 0,24 g

Bilanz: 8,187 g — (7,367 + 0,24) g = + 0,580 g N.

Zweite Fleischperiode.

Tag	Gewicht des Hundes	Nahrung	N in der Nahrung	N im Harn	N im Kot
21. VII. 92	6030 g	235 g Pferdefleisch 25 g Speck 400 ccm Wasser	8,084 g	7,162 g	3,10 g
22. VII. „	6100 „			8,417 „	
23. VII. „	5990 „			5,333 „	
24. VII. „	6010 „			6,933 „	
25. VII. „	6050 „			7,446 „	
26. VII. „	5980 „			9,495 „	
27. VII. „	6030 „			8,352 „	
28. VII. „	6000 „			7,983 „	
29. VII. „	6010 „			5,515 „	
30. VII. „	6000 „			9,150 „	
31. VII. „	5980 „			9,901 „	
1. VIII. „	6100 „			5,351 „	

Im Mittel *pro die*: 8,084 g 7,586 g 0,258 g

Bilanz: 8,084 g — (7,586 + 0,258) g = + 0,240 g N.

Zweite Peptonperiode.

Tag	Gewicht des Hundes	Nahrung	N in der Nahrung	N im Harn	N im Kot.
2. VIII. 92	5950 g	25 g Speck 135 g Fleisch 24 g Pepton	8,24 g	7,754 g	1,6486 g
3. VIII. „	5980 „	110 g Fleisch 25 g Speck 30 g Pepton	8,28 g	7,768 „	
4. VIII. „	5900 „			7,605 „	
5. VIII. „	5990 „			7,586 „	
6. VIII. „	5980 „			9,173 „	
7. VIII. „	6010 „			7,194 „	
8. VIII. „	6140 „			4,096 „	
9. VIII. „	6000 „			8,165 „	

Im Mittel *pro die*: 8,275 g 7,418 g 0,206 g

Bilanz: 8,275 g — (7,418 + 0,206) g
= + 0,651 g N.

Dritte Fleischperiode.

Tag	Gewicht des Hundes	Nahrung	N in der Nahrung	N im Harn	N im Kot
10. VIII. 92	6050 g	235 g Fleisch 25 g Speck 400 ccm Wasser	8,084 g	5,039 g	0,7449 g
11. VIII. „	6025 „		8.084 „	7,927 „	
12. VIII. „	6050 „		8,084 „	8,076 „	

Im Mittel *pro die*: 8,084 g 7,014 g 0,2483 g

Bilanz: 8,084 g — (7,014 + 0,248) g
= + 0,822 g N.

Der Verlauf des ganzen Fütterungsversuches ist gekennzeichnet, wenn wir nur die Mittelwerte für die tägliche Stickstoff-Einfuhr und -Ausfuhr in den fünf aufeinander folgenden Perioden tabellarisch zusammenstellen; wir müssen nur noch festhalten, dass das Gewicht des Hundes in der ersten Fleischperiode etwas anstieg, dann aber bis zum Schluss des Versuches konstant blieb.

	N			
	in der Nahrung	im Harn	in Harn und Kot	Bilanz
1. Fleischperiode	8,084 g	6,919 g	7,114 g	+ 0,970 g
1. Peptonperiode	8,187 „	7,367 „	7,607 „	+ 0,580 „
2. Fleischperiode	8,084 „	7,586 „	7,844 „	+ 0,240 „
2. Peptonperiode	8,275 „	7,418 „	7,624 „	+ 0,651 „
3. Fleischperiode	8,084 „	7,014 „	7,262 „	+ 0,822 „

Die Stickstoffausgaben zeigen keine ungewöhnlichen Schwankungen, die grösste Differenz finden wir zwischen den Werten der ersten und der zweiten Fleischperiode, sie beträgt hier rund 10% des Wertes der ersten Fleischperiode. Worauf aber besonders Gewicht zu legen ist, das ist, dass während der Peptonperioden das Tier nichts von seinem Körperstickstoff zusetzte.

Was die Resorption der eingeführten Stickstoffnahrung betrifft, so stehen auch in dieser Beziehung die Peptonperioden den Fleischperioden völlig gleich zur Seite, wenn sie diese nicht sogar übertreffen; denn es fand sich bei der Peptonfütterung um ein geringes weniger Stickstoff im Kot, obwohl die Nahrung etwas stickstoffreicher war, als in den Fleischperioden. Die hiefür in Betracht kommenden Zahlen enthält die folgende Tabelle.

	N in der Nahrung pro die	N im Kot	Kot-N in % des Nahrung-N
1. Fleischperiode	8,084 g	0,195 g	2,41 %
2. „	8,084 „	0,258 „	3,20 „
3. „	8,084 „	0,248 „	3,07 „
1. Peptonperiode	8,187 „	0,240 „	2,93 „
2. „	8,275 „	0,206 „	2,48 „

In den Fleischperioden gingen im Mittel 2,89 %,
in den Peptonperioden 2,71 %
vom Stickstoff der Nahrung in den Kot über.

Das Körpergewicht des Hundes weist in der ersten Fleischperiode grössere Schwankungen als in den folgenden Perioden auf; dabei steigt es in 16 Tagen um etwa 200 gr. Die Steigerung erklärt sich wohl daraus, dass der Hund vor Beginn des Versuches minderwertiges Futter erhalten und infolge dessen Verlust an Körpersubstanz erlitten hatte. Während der beiden Peptonperioden bleibt das Gewicht auf der Höhe, welche durch die vorbereitende Fleischfütterung erreicht worden war.

Es bleibt noch übrig, auf die Art der Darreichung des Leimpeptons näher einzugehen.

Anfangs wurde versucht, das Peptonchlorhydrat mittelst Schlundsonde einzuführen, und zwar in einer dünnen, wässerigen Auflösung, deren stark saure Reaktion durch Natronlauge so weit abgestumpft worden war, dass die Flüssigkeit einen Lakmusstreifen nur eben noch deutlich rötete. Die Sonde kam allein an den beiden ersten Peptontagen in Anwendung; beide Male trat, vielleicht infolge der starken Reizung der Magenschleimhaut durch die grosse Flüssigkeitsmenge, Erbrechen ein. Da sich nun am zweiten Peptontage zeigte, dass der Hund das Erbrochene, nachdem ich es mit einem Teil der Fleischration angerührt hatte, ohne Zögern frass, so verfuhr ich von da ab folgendermassen. Täglich wurden ca. 400 ccm einer wässrigen, fast neutralen Peptonlösung hergestellt, welche anfangs 12 g, später 18 g Peptonchlorhydrat enthielt (s. die Tabelle auf S. 38). Von dieser Lösung wurde die Hälfte, mit der halben täglichen Fleisch- und Speckportion angerührt, mittags um 12 Uhr und die andere Hälfte mit dem Rest des Fleisches und Specks abends um 6 Uhr dem Hunde vorgesetzt. Trotz des abschreckend bitteren Geschmackes der Peptonlösung nahm er das Futter willig an, und bereits nach 6 Tagen hatte er sich derartig an die Peptonfleischmischung gewöhnt, dass er die ganze Portion mit 12 g und später mit 18 g Peptonsalz auf einmal frass, dass ihm also vom 6. Tage an die ganze Futterration auf einmal, wie in der ersten Fleischperiode, gereicht werden konnte. Er frass schliesslich das Futter mit derselben Gier wie die Fleisch-Speckmischung und leckte die Schüssel in

wenigen Minuten bis auf den Boden vollkommen rein aus. Ja, als er nach Ablauf der ersten Peptonperiode wieder auf Fleischkost gesetzt wurde, schien ihm diese anfänglich weniger zu behagen als die peptonhaltige Nahrung. Erbrechen trat in 10 aufeinander folgenden Tagen, in denen 5 mal 12 g und 5 mal 18 g Peptonsalz verfüttert wurden, niemals ein; der Hund war immer gleichmässig munter.

Bei der 2. Peptonperiode wurden 1 mal 24 g und 7 mal 30 g Peptonsalz gereicht. In den ersten 3 Tagen gab ich es wiederum in 3—5 $^0/_0$ iger fast neutraler Lösung, in welche ich, wie bisher, das gehackte Fleisch und die Speckstückchen einrührte. Der Hund nahm zwar die grosse Menge Flüssigkeit ohne Anstand, aber es trat an diesen 3 Tagen Erbrechen ein. Da das Erbrochene vollständig aufgefangen und von dem Hunde wieder gefressen wurde, so ging glücklicherweise von dem Futter nichts verloren. Allein wenn das Erbrechen nicht von dem Pepton herrührte, so musste es sich leicht ganz vermeiden lassen. Und in der That liess es sich einfach dadurch vermeiden, dass ich die Peptonlösung mit einem Teil der Fleischration bis auf ein Volum von etwa 400 ccm einkochte und dann den Speck und den Rest des Fleisches hinzufügte. Das so hergestellte Futter frass der Hund anscheinend gern und vertrug es in 5 aufeinander folgenden Tagen vortrefflich. Am 7. VIII., dem vorletzten Tag der 2. Peptonperiode, liess er einen kleinen Teil der Tagesration in der Schüssel; er erhielt diesen Rest am 8. VIII. zugleich mit dem neuen Futter und verzehrte die ganze auf ein passendes Volum eingekochte Futtermischung, die mehr als 35 g Peptonsalz enthalten mochte, auf einmal.

Auch während der 2. Peptonperiode war das Allgemeinbefinden des Hundes stets ein vorzügliches: er war immer munter und zeigte guten Appetit; Störungen im Darmtractus wurden nie beobachtet; der Stuhl war, wie bereits oben bemerkt, völlig normal. Im Harn wurden weder Pepton noch andere abnorme Harnbestandteile jemals gefunden; auch die Prüfung des Rückstandes von 500 ccm Harn, die auf dem Wasserbade bis zur Syrupskonsistenz eingedampft worden waren, ergab nichts Bemerkenswertes. Das Erbrechen in den ersten 3 Tagen, das lediglich eine Folge der Aufnahme eines zu grossen Flüssigkeitsquantums war, hatte nicht den geringsten Einfluss auf das Allgemeinbefinden.

Wir dürfen nach diesen Erfahrungen das Endresultat des ganzen Fütterungsversuches wie folgt zusammenfassen:

Das Paal'sche Glutinpepton ist im Stande, einen Hund, dem eine ungenügende Menge stickstoffhaltiger Nahrung in Form von Fleisch zugeführt wird, im Stickstoffgleichgewicht zu erhalten, und zwar gelingt es, mehr als die Hälfte des gesamten Stickstoffbedarfs durch Glutinpepton zu decken. Ob ein noch weiter gehender Ersatz möglich ist, muss vorläufig dahingestellt bleiben.

Die vorstehende Untersuchung war an einem verhältnismässig kleinen Hunde ausgeführt worden. Ihr günstiges Resultat regt dazu an, ähnliche Versuche mit dem Paal'schen Glutinpepton an grösseren Hunden und vor allem am Menschen anzustellen. Ueber die Schwierigkeiten, die für die Darreichung des Peptons aus seinem überaus bitteren Geschmack erwachsen, wird man auf die eine oder andere Art hinwegkommen können. Abgesehen hiervon dürfen wir schon jetzt erwarten, dass das ganz unschädliche und leicht resorbierbare Präparat auch in der Krankenernährung mit Erfolg zu verwerten sein wird.

Zum Schlusse will ich das, was man bis heute über den Nährwert der Peptone durch Fütterungs- und Stoffwechselversuche in Erfahrung gebracht hat, mit wenigen kurzen Sätzen noch einmal hervorheben.

1. Der heutige Stand unserer Kenntnis erlaubt nicht, über die Gleichwertigkeit von Pepton und Eiweiss als Nährstoffe ein endgültiges Urteil zu fällen.

2. Die Versuche, welche zur Entscheidung dieser Frage vor den Forschungen Kühne's und seiner Schüler angestellt worden sind, sind nicht beweisend, da sie nicht mit reinen Peptonen, sondern mit Albumosen oder mit Gemischen von Albumosen und Peptonen ausgeführt wurden.

3. Die Ergebnisse, welche die Ernährung von Tieren mit Kühne'schen Peptonen geliefert hat, ermutigen nicht dazu, diese Präparate für den Menschen zu verwerten.

4. Auch heute stehen wir noch auf dem Standpunkte Voit's, dass die Peptone im wesentlichen eiweissersparend wirken; ob aber die Kühne'schen Eiweisspeptone für den Menschen nur als Spar-

mittel gelten oder doch das Eiweiss vollkommen ersetzen können, lässt sich vorläufig nicht entscheiden.

5. Wir wissen, dass der Leim ein vortrefflicher Eiweisssparer ist. Ein Gleiches gilt auch von dem reinen Leimpepton, das mehr als die Hälfte des Nahrungseiweisses zu ersetzen vermag. Die unangenehmen Nebenwirkungen, welche häufig nach Darreichung von Eiweisspeptonen beobachtet wurden, treten nach Darreichung von reinen, auf chemischem Wege d. h. ohne peptonisierende Fermente dargestellten Leimpeptonen nicht hervor.

Der experimentelle Teil der vorliegenden, auf Anregung des Herrn Dr. O. Schulz unternommenen Arbeit wurde im Sommersemester 1892 im physiologischen Institut der Universität Erlangen ausgeführt.

Analytische Belege.

Fleisch-Analysen
(nach Kjeldahl).

I.	4,197 g Fleisch enthalten	0,133 g N	=	3,192 %	N.
II.	4,999 „ „ „	0,1575 „ N	=	3,15 „	N.
III.	4,422 „ „ „	0,1624 „ N	=	3,67 „	N.
IV.	3,364 „ „ „	0,1288 „ N	=	3,83 „	N.
V.	2,739 „ „ „	0,0924 „ N	=	3,37 „	N.
		Im Mittel:		3,44 „	N.

Pepton-Analysen
(nach Kjeldahl).

6,690 g Peptonchlorhydrat wurden mit destill. Wasser zu 25 ccm gelöst.

5 ccm der Lösung mit 1,338 g Peptonsalz enthalten 0,15815 g N = 11,82 % N.

5 ccm „ „ „ „ „ „ „ 0,16524 g N = 12,35 % N.

Diese Stickstoffwerte blieben bei der Berechnung der Stickstoffzufuhr, wie bereits oben (im Text S. 32) erwähnt wurde, unberücksichtigt.

Kot-Analysen
(nach Kjeldahl).

1. Fleischperiode (15 Tage):

Kot A; frisch: 27,2 g, trocken: 14,5 g.

1,495 g ergaben 0,09089 g N = 6,08 %
1,591 „ „ 0,1022 „ N = 6,42 „
1,536 „ „ 0,0938 „ N = 6,11 „

Im Mittel: 6,20 % N.

Gesamt-N von Kot A = 0,899 g.

Kot B; frisch: 61,3 g, trocken: 37,6 g.

1,461 g ergaben 0,0784 g N = 5,37 %
1,508 „ „ 0,0812 „ N = 5,38 „

Im Mittel: 5,375 % N.

Gesamt-N von Kot B = 2,021 g.

Gesamtstickstoff des in 15 Tagen entleerten Kotes:

0,899 g + 2,021 g = 2,920 g.

Stickstoffausscheidung im Kot *pro die* = 0,195 g.

1. Peptonperiode (13 Tage):

Gesamtkot; frisch: 79,65 g, trocken: 55,45 g.

1,488 g ergaben 0,084 g N = 5,645 %
1,553 „ „ 0,0868 „ N = 5,589 „

Im Mittel: 5,617 % N.

Gesamtstickstoff des in 13 Tagen entleerten Kotes = 3,11 g.

Stickstoffausscheidung im Kot *pro die* = 0,24 g.

2. Fleischperiode (12 Tage):

Gesamtkot; frisch: 74,5 g, trocken: 46,7 g.

1,510 g ergaben 0,0980 g N = 6,49 %
1,862 „ „ 0,1260 „ N = 6,766 „

Im Mittel: 6,63 % N.

Gesamtstickstoff des in 12 Tagen entleerten Kotes = 3,10 g.

Stickstoffausscheidung im Kot *pro die* = 0,258 g.

2. Peptonperiode (8 Tage):

Gesamtkot; frisch: 69,6 g, trocken: 37,35 g.

1,703 g ergaben 0,0728 g N = 4,274 %
1,906 „ „ 0,0868 „ N = 4,554 „

Im Mittel: 4,414 % N.

Gesamtstickstoff des in 8 Tagen entleerten Kotes = 1,6486 g.

Stickstoffausscheidung im Kot *pro die* = 0,206 g.

3. Fleischperiode (3 Tage):

Gesamtkot; frisch: 28,25 g, trocken: 13,95 g.

1,490 g ergaben 0,0784 g N = 5,26 %
1,690 „ „ 0,0924 „ N = 5,47 „
1,7485 „ „ 0,0924 „ N = 5,29 „

Im Mittel: 5,34 % N.

Gesamtstickstoff des in 3 Tagen entleerten Kotes = 0,7449 g.

Stickstoffausscheidung im Kot *pro die* = 0,248 g.

Erste Fleischperiode.

Datum	Gewicht des Hundes	Temperatur des Hundes	Temparatur der Luft	Harn: Menge von 24 Stunden u. Reaktion	spec. Gewicht	% Na Cl	Gesamt-Na Cl	% Harnstoff	Gesamt-Harnstoff	Bemerkungen.
1892	g	°	°	ccm						
22. VI.	5800			470	1020	0,59	2,773	2,527	11,877	
23. VI.	5870			577	1017	0,56	3,231	2,458	14,183	
24. VI.	5800	38,5	22	578	1021	0,52	3,0	3,0428	17.5873	
25. VI.	5770	38,3	18	584	1019	0,53	3,095	2,6336	15,4065	
26. VI.	5700	38,3	18	587	1017	0,51	2,9937	2,7244	15,99	
27. VI.	5700	38,5	19	576	1016			2,9472	16,9758	
28. VI.	5870	38,5	20	375	1021	0,66	2,475	3,25	12,1875	
29. VI.	5860	38,4	22	516	1016	0,53	2,7348	2,7504	14,1920	
30. VI.	5810	38,4	21	450 alkal.	1016	0,57	2,565	2,1984	9,8928	1. Kot. frisch: 27,2 g. trocken: 14,5 "
1. VII.	5870	38,5	18	475 alkal.	1017	0,51	2,422	2,6992	12,82	
2. VII.	5790	38,4	15	554 alkal.	1018	0,65	3,60	2,5908	14,35	2. Kot. frisch: 24,2 g. trocken: 12,8 "
3. VII.	5810	38,5	18	470 schw. alkal.	1024	0,69	3,24	3,7220	17,49	
4. VII.	5880	38,6	22							
5. VII.	5950	38,4	22	445 schw. alkal.	1022	0,68	3,026	3,146	13,9997	
6. VII.	5950	38,4	20	485 schw. alkal.	1027	0,96	4,656	3,736	18,12	
7. VII.	6000	38,4	18	420 schw. alkal.	1027	0,91	3,82	4,021	16,89	3. Kot. frisch: 27,2 g. trocken: 16,55 "

Der Hund erhält am 6. VII. einige Stunden nach der Fütterung Knochen.

Erste Peptonperiode.

Datum	Gewicht des Hundes	Temperatur des Hundes	Temperatur der Luft	Harn						Bemerkungen.
				Menge von 24 Stundn u. Reaktion	spec. Gewicht	% Na Cl	Gesamt-Na Cl	% Harnstoff	Gesamt-Harnstoff	
1892	g	°	°	ccm						
8. VII.	6000	38,5	22	390 schw.alkal.	1022	0,95	3,705	4,7	18,33	4. Fleischkot. frisch: 3,8 g trocken: 2,5 „
9. VII.	6060	38,4	21	529 alkal.	1019	0,62	3,28	3,2388	17,13	
10. VII.	5980	38,5	23	210 neutral	1020	0,93	1,95	2,982	6,26	
11. VII.	6050	38,3	19	576 alkal.	1018	0,80	4,61	3,3704	19,41	
12. VII.	5970	38,4	21	675 sauer	1017	0,76	5,13	2,9384	19,83	1. Peptonkot. frisch: 13,2 g trocken: 9,25 „
13. VII.	6020	38,4	21	470 sauer	1016	0,61	2,87	2,9840	14,02	
14. VII.	6000	38,5	17,5	400 sauer	1028	1,39	5,56	4,1856	16,74	
15. VII.	6030	38,3	16	395 sauer	1027	1,52	6,00	3,7412	14,78	
16. VII.	6050	38,3	17	375 sauer	1028	1,12	4,20	4,2548	15,96	
17. VII.	5950	38,3	17	430 sauer	1022	0,96	4,13	3,5028	15,06	
18. VII.	5970	38,4	17	535 sauer	1023	0,93	4,92	3,1548	16,91	2. Peptonkot. frisch: 21,2 g trocken: 16,8 „
19. VII.	5970	38,4	15	490 sauer	1024	1,33	6,52	3,2320	15,84	
20. VII.	6010	38,4	15	385 sauer	1030	1,18	4,54	3,8808	14,94	

Am 19. VII. nachmittags Knochen.

Zweite Fleischperiode.

Datum	Gewicht des Hundes	Temperatur des Hundes	Temperatur der Luft	Harn: Menge von 24 Stunden u. Reaktion	Harn: spec. Gewicht	Harn: % Na Cl	Harn: Gesamt-Na Cl	Harn: % Harnstoff	Harn: Gesamt-Harnstoff	Bemerkungen.
1892	g	°	°	ccm						
21. VII.	6030	38,5	14	445 schw. sauer	1030	1,56	6,94	3,4484	15,345	3. Peptonkot. frisch: 36,75 g trocken: 22,9 „
22. VII.	6100	38,4	15	519 neutral	1026	1,15	5,97	3,4764	18,04	
23. VII.	5990	38,5	17	425 alkal.	1023	1,12	4,76	2,6888	11,43	4. Peptonkot. frisch: 8,5 g trocken: 6,5 „
24. VII.	6010	38,4	15	455 alkal.	1029	1,40	6,37	3,2664	14,86	
25. VII.	6050	38,4	17	570 schw. alkal.	1024	1,15	6,555	2,8004	15,96	
26. VII.	5980	38,5	16	644 alkal.	1023	1,07	6,89	3,16	20,35	
27. VII.	6030	38,4	17	556 alkal.	1025	1,39	7,73	3,2196	17,90	1. Fleischkot. frisch: 6,7 g trocken: 6,0 „
28. VII.	6000	38,5	19	542 alkal.	1024	1,03	5,58	3,1564	17,11	
29. VII.	6010	38,3	22	390 alkal.	1022	1,05	4,095	3,0296	11,815	
30. VII.	6000	38,5	22	641 schw. alkal.	1019	0,61	3,91	3,0592	19,61	2. Fleischkot. frisch: 32,05 g trocken: 22,75 „
31. VII.	5980	38,3	21	585 neutral	1024	1,01	5,91	3,6272	21,22	
1. VIII.	6100	38,4	22	410 alkal.	1026	1,20	4,92	2,7976	11,47	3. Fleischkot. frisch: 35,75 g trocken: 17,95 „

Am 31. VII. nachmittags Knochen.

Zweite Peptonperiode.

Datum	Gewicht des Hundes	Temperatur des Hundes	Temperatur der Luft	Harn: Menge von 24 Stunden u. Reaktion	spec. Gewicht	% Na Cl	Gesamt-Na Cl	% Harnstoff	Gesamt-Harnstoff	Bemerkungen.
1892	g	°	°	ccm						
2. VIII.	5950	38,3	19	680 sauer	1015	0,82	5,58	2,4436	16,62	
3. VIII.	5980	38,3	17	455 sauer	1022	1,42	6,46	3,6592	16,65	
4. VIII.	5900	38,4	17	430 schw. sauer	1028	1,91	8,21	3,79	16,30	
5. VIII.	5990	38,4	16	405 schw. sauer	1028	1,40	5,67	4,0144	16,26	
6. VIII.	5980	38,4	15	445 sauer	1028	1,64	7,30	4,4188	19,66	
7. VIII.	6010	38,3	19	325 sauer	1029	1,67	5,43	4,7456	15,42	
8. VIII.	6140	38,4	21	190 alkal.	1036	1,14	2,17	4,6232	8,78	1. Peptonkot. frisch: 47,2 g trocken: 25,05 „
9. VIII.	6000	38,3	19	595 sauer	1017	0,99	5,89	2,94128	17,50	

Der Hund erhält am 8. VIII. einige Stunden nach der Fütterung Knochen.

Dritte Fleischperiode.

Datum	Gewicht des Hundes	Temperatur des Hundes	Temperatur der Luft	Harn: Menge von 24 Stunden u. Reaktion	spec. Gewicht	% Na Cl	Gesamt-Na Cl	% Harnstoff	Gesamt-Harnstoff	Bemerkungen.
1892	g	°	°	ccm						
10. VIII.	6050	38,4	19	370 sauer	1020	1,54	5,70	2,9188	10,80	
11. VIII.	6025	38,2	17	375 alkal.	1032	1,57	5,89	4,5308	16,99	2. Peptonkot. frisch: 22,7 g trocken: 12,3 „
12. VIII.	6050	38,4	17	460 alkal.	1031	1,66	7,64	3,7640	17,31	Fleischkot. frisch: 28,25 g trocken: 13,95 „

Der Hund erhält am 11. VIII. nachmittags Knochen.

Für den Harn vom 10., 11. und 12. VIII. wurde zur Kontrolle der Harnstofftitration (nach Pflüger) der Stickstoffgehalt auch noch nach Kjeldahl bestimmt.

Datum	Gesamte Harnmenge	Analysierte Menge	Stickstoff: in 5 ccm Harn nach Kjeldahl	Stickstoff: in 370 ccm Harn nach Kjeldahl	Stickstoff: aus Titration berechnet	Differenz	Bemerkungen.
1892	ccm	ccm	g	g	g		
10. VIII.	370	5	0,0672	4,973	5,039	0,066	Sämtliche Differenzen können, als im Bereich der gewöhnlichen Fehlergrenzen liegend, unberücksichtigt bleiben.
11. VIII.	375	5	0,1064	7,99	7,927	0,063	
12. VIII.	460	5	0,0868	7,985	8,076	0,091	

Über ein Herzgift aus Manila.

Von J. Rosenthal.

Ende Oktober schickte mir mein Freund, der Direktor des zoologisch- und anthropologisch-ethnographischen Museums zu Dresden, Herr Hofrat Dr. A. B. Meyer, ein Stück einer Rinde von Rabelaisia philippinensis mit der Bitte, dasselbe auf seine Giftwirkung zu untersuchen. Die Rinde stammt nach seinen Angaben aus der Gegend von Mariveles und soll von den dortigen Negritos zur Bereitung eines Pfeilgiftes benutzt werden. Wie sie es bereiten, ist aus der dortigen Gegend nicht bekannt; dagegen hat Jagor dies in seinem Werk über die Philippinen Seite 112 von S. O. Luzon beschrieben.

„Die Bastschicht der Rinde wurde zerklopft, ausgedrückt, angefeuchtet und noch einmal ausgedrückt. Dies geschah mit der blossen Hand, die aber nicht verletzt sein darf. Der Saft sieht wie dünne Erbsensuppe aus; er wird in einem Topfscherben über schwachem Feuer eingedampft, wobei er an den Rändern gerinnt. Das Koagulum löst sich durch Umrühren wieder in der kochenden Flüssigkeit. Ist diese zu Syrupdicke eingedampft, so wird von der inneren Oberfläche einer anderen Rinde eine geringe Menge, etwa $^1/_{10}$ soviel als von der ersten, abgeschabt und über dem Topf ausgedrückt; dieser Saft ist dunkelbraun. Wenn das Gemenge die Konsistenz einer guten Salbe hat, so wird es mit einem Span aus dem Scherben herausgekratzt und in einem mit Asche bestreuten Blatt aufbewahrt. Zum Vergiften eines Pfeils verwendet man ein Stück von der Grösse einer Haselnuss, das durch Erwärmen gleichmässig über die breite eiserne Spitze verteilt wird. Ein vergifteter Pfeil dient viele Male“.

Die zwei erwähnten Rinden hat Jagor aus Luzon mitgebracht. Dieselben werden unter der Bezeichnung B 103 und 104 im botanischen Institut in Berlin aufbewahrt. Die eine Rinde, welche mir Herr Direktor Meyer übersandte, stammt aus einer

ganz anderen Gegend. Ob sie mit einer der Jagor'schen Rinden identisch ist, vermag ich nicht zu sagen. Herr Jagor hatte seine Rinden und das Gift nicht von Negritos, sondern von Mischlingen aus Indiern und Negritos erhalten. Er nennt sie Igoroten; doch teilt mir Herr Meyer mit, dass Igoroten nur im Norden von Luzon wohnen.

Von jenem Pfeilgifte hatte ich schon im Jahre 1865 eine kleine Menge von Herrn Fedor Jagor unmittelbar erhalten und damit einige Versuche angestellt, über welche ich in Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv 1865 S. 601 berichtet habe. Ich werde auf diese Versuche später zurückkommen.

Da das mir übersandte Rindenstück nicht sehr gross war, musste ich auf alle Versuche, die wirksame Substanz zu isolieren, verzichten und mich zunächst darauf beschränken festzustellen, ob in demselben ein giftiger Stoff vorhanden und welcher Art seine Wirkung sei. Es wurde deshalb ein Stück von 20 g Gewicht grob zerkleinert, mit 100 cm^3 Wasser 24 Stunden lang mazeriert und dann filtriert. Der Rückstand wurde mit 100 cm^3 kochenden Wassers erschöpft und abermals filtriert. Beide Filtrate sahen braun und schwach trüb aus, reagierten schwach alkalisch. Da Vorversuche zeigten, dass beide im wesentlichen gleiche Wirkung hatten, so wurden sie vereinigt, so dass die so gewonnene Lösung in jedem cm^3 gerade die in Wasser löslichen Stoffe von 0,1 g Rinde enthielt.

Versuche an Fröschen lehrten, dass wir es mit einem reinen Herzgift zu thun haben. Injiciert man einem mittelgrossen Frosch 1 cm^3 der Lösung in einen Lymphsack, so zeigt das Tier äusserlich kaum Spuren einer Vergiftung. Weder Lähmungs- noch Erregungserscheinungen sind zu beobachten; zuweilen sieht man längere Zeit nach der Vergiftung eine geringe Verstärkung der Atembewegungen. Das Tier sperrt von Zeit zu Zeit das Maul auf, springt aber sonst wie gewöhnlich umher. Legt man aber das Herz blos, so sieht man, dass es vollkommen still steht; meistens sind die Vorhöfe schlaff, der Ventrikel kontrahiert und blutleer.

Legt man das Herz blos, ehe man das Gift injiziert, so kann man den Eintritt der Herzlähmung beobachten. In den ersten 10 bis 15 Minuten nach der Injektion bleibt der Herzschlag vollkommen unverändert; dann wird er etwas langsamer, einzelne

Schläge fallen aus; dann werden die Kontraktionen schwächer und hören zuletzt ganz auf. Meistens überleben die Vorhöfe kurze Zeit die Ventrikel. Das zum Stillstand gebrachte Herz ist durch kein Mittel wieder zu irgend einer Kontraktion zu bringen. Es macht keinen Unterschied, ob man vorher die Nn. vagi durchschnitten oder die Med. oblongata zerstört hat.

Ganz anders gestalten sich die Erscheinungen, wenn man die Versuche an einem Warmblüter anstellt. Injiziert man einem Meerschweinchen etwa 5 cm^3, einem Kaninchen etwa 10 cm^3 der Lösung unter die Haut, so beobachtet man einige Minuten darauf Dyspnoe, dann ein heftiges Zittern in allen Muskeln, welches sofort in allgemeine, sehr heftige Krämpfe übergeht und mit dem schnell erfolgenden Tode endet. Kurz vor dem Tode erweitert sich die Pupille sehr stark, oft bis zum Maximum, so dass nur ein ganz schmaler Saum der Iris sichtbar bleibt. Die tötliche Dosis ist nur wenig niedriger, wenn man das Gift, statt unter die Haut, in eine Vene injiziert, wenigstens dann, wenn die Injektion langsam erfolgt. Bei einem mittelgrossen Kaninchen z. B. hatten 6 cm^3, in die V. jugularis injiziert, keine Allgemeinerscheinungen zur Folge. Nach Injektion von noch 3 cm^3 trat dann sehr schnell unter allgemeinen Krämpfen der Tod ein.

Öffnet man sofort nach dem Tode die Brusthöhle, so findet man stets das Herz in Diastole und vollkommen unerregbar. Andere Veränderungen sind nicht zu finden; höchstens kann man eine relative Überfüllung des Venen- und Leere des Arteriensystems konstatieren. Der rechte Ventrikel ist deshalb mit Blut gefüllt, der linke meist leer. Die Lungen sind etwas stärker gerötet als normal, die Luftwege vollkommen normal. Die Leber ist dunkelbraun und blutet stark bei jedem Schnitt; die Hirnhäute stark injiziert. Die vor dem Tode eingetretene Pupillenerweiterung bleibt auch nach dem Tode noch einige Zeit erhalten und verschwindet dann, ähnlich wie es nach Erstickung der Fall zu sein pflegt.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die Erscheinungen, welche man an Meerschweinchen und Kaninchen beobachtet — Dyspnoe und allgemeine Krämpfe — nicht unmittelbar durch das Gift verursacht werden, sondern nur Folgen des plötzlichen Herzstillstandes sind. Übte das Gift einen unmittelbaren erregenden Einfluss auf die nervösen oder muskulösen Apparate aus, so wäre

nicht einzusehen, warum sie bei Fröschen vollkommen fehlen oder doch (was die Apnoe anlangt) nur ganz schwach und auch erst sehr spät, lange nachdem das Herz zu vollkommenem Stillstand gekommen ist, eintreten. Dagegen habe ich schon in meinen früheren Arbeiten über Herzgifte auseinandergesetzt, wie sich diese Erscheinungen als Folgen der Zirkulationsstockung in der Med. oblongata erklären lassen.

Die in diesem Abschnitt des Zentralnervensystems gelegenen Zentra, von welchen motorische Erregungen zu verschiedenen, funktionell zusammengehörigen Muskelgruppen oder auch zu sämtlichen Skelettmuskeln gelangen können, verhalten sich eben physiologisch ganz gleichartig und sind nur graduell verschieden insofern, als dieselben Ursachen die einen leichter, die anderen schwerer in den Zustand der Thätigkeit versetzen. Diese Ursachen sind aber, wie ich in verschiedenen Arbeiten gezeigt habe, von der Beschaffenheit des in den Kapillaren jenes Organs zirkulierenden Bluts, namentlich von seinem Gehalt an Sauerstoff abhängig. Ist das Blut ganz mit Sauerstoff gesättigt, dann stellen alle jene Zentra ihre Thätigkeit ein. Nimmt der Sauerstoffgehalt ab, so geraten sie in bestimmter Reihenfolge und mit zunehmender Sauerstoffabnahme in immer höherem Grade in Thätigkeit. Dauert der Sauerstoffmangel fort, so wird ihre Erregbarkeit wieder geringer, wodurch dann die sehr heftigen Bewegungen wieder schwächer werden und schliesslich aufhören — sei es für immer (Tod), wenn die Erregbarkeit der Zentren vollkommen erloschen ist, oder nur zeitweise, wenn rechtzeitig wieder Sauerstoff zugeführt wird.

Für den Eintritt dieser Erscheinungen ist es aber vollkommen gleichgiltig, wodurch dieselben ursprünglich veranlasst werden. Sie können zustande kommen: 1) durch Erstickung, d. h. durch alle Einwirkungen, welche die Sauerstoffaufnahme verhindern, mögen diese nun in Aenderungen der umgebenden Atmosphäre, oder des Atmungsapparats begründet sein; 2) durch Behinderung der Zirkulation in der Medulla oblongata, wie sie u. A. von Kussmaul und Tenner durch Unterbindung der grossen Halsgefässe studiert wurden; 3) endlich durch plötzliche Aufhebung des Gesamtkreislaufs, also durch akute Herzlähmung.

Wenn in allen diesen, ursprünglich so sehr verschiedenen Störungen der normalen Lebensvorgänge durchaus die gleichen

Erscheinungen auftreten, so muss ihnen die gleiche Ursache zu grunde liegen. Diese kann aber nichts anderes sein als das, was allen jenen Störungen gemeinsam zukommt, nämlich die Aenderung in der Beschaffenheit des Blutes, welches die Nervenzellen der in der Med. oblongata gelegenen motorischen Zentra umspült. Diesen Satz habe ich in verschiedenen meiner früheren Arbeiten im Einzelnen zu begründen versucht[1]). Ihn nochmals zu prüfen und im Einzelnen näher zu verfolgen, dazu bot mir der Umstand, dass mir von neuem ein spezifisches, herzlähmendes Gift in die Hände fiel, willkommne Gelegenheit.

Wenn wir uns auch von den Vorgängen in den Nervenzellen keine genauere Vorstellungen zu machen imstande sind, so viel können wir doch sagen, dass ein Unterschied bestehen muss zwischen diesen Vorgängen in der ruhenden und in der erregten oder thätigen Zelle. Wir sehen nun, dass bei gewissen Zellen dieser Art die Beschaffenheit des Blutes, welches sie umspült, von Einfluss auf ihre Thätigkeit ist. Sie bleiben in Ruhe, wenn das sie umkreisende Blut ganz mit Sauerstoff gesättigt ist, geraten dagegen in um so lebhaftere Thätigkeit, je weniger Sauerstoff das Blut enthält. Unter den normalen Umständen pflegt das Blut niemals vollkommen mit Sauerstoff gesättigt zu sein; es steht aber dem Sättigungspunkte meistens sehr nahe. In diesem Falle sind einzelne der betreffenden Nervenzentra schon in Thätigkeit (Teile des Atmungszentrums); nimmt der Sauerstoffgehalt ab, so wird ihre Thätigkeit stärker; andre Zentra, welche bei normalem Sauerstoffgehalt in Ruhe verharren, beginnen dann thätig zu werden. Wir nennen die ersteren, in Anlehnung an eine von Johannes Müller eingeführte Bezeichnung, automatische Zentra, aber ein prinzipieller Unterschied zwischen ihnen und den Zentren der zweiten Art besteht offenbar nicht. Wir können den Unterschied vollkommen begreifen, wenn wir nur graduelle Verschiedenheiten der Erregbarkeit voraussetzen, d. h. wenn wir annehmen, dass die einen durch geringere Grade derselben Veränderungen schon aus dem Zustande der Ruhe in den der Thätigkeit übergehen als die anderen. Und wir werden in dieser Auffassung bestärkt, wenn wir sehen, dass es ganz allmähliche Ueber-

1) Vgl. insbesondre meinen Aufsatz: Studien über Atembewegungen. 2. Artikel. Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv. 1865. S. 191.

gänge in der Erregbarkeit gibt, so dass die verschiedenen Zentren bei langsamer und allmählicher Abnahme des Sauerstoffs immer in ganz bestimmter Reihenfolge in Thätigkeit geraten.

Um diese Reihenfolge zu beobachten, muss man das Blut zuerst ganz mit Sauerstoff sättigen. In diesem Falle hören bekanntlich auch die Atembewegungen auf, weshalb ich den Zustand als Apnoe bezeichnet habe. Wenn man während der so erzeugten Apnoe bei fortdauernder Lufteinblasung die Halsarterien zuklemmt oder unterbindet, so beginnen die Atembewegungen sofort wieder, erst schwach, dann immer stärker werdend, bis zu vollkommener Dyspnoe und allgemeinen Krämpfen sich steigernd. Das mit Sauerstoff gesättigte Blut kann dann nicht zu den Nervenzellen des Medulla oblongata gelangen und in diesen muss, da das wenige, in den Kapillaren vorhandene oder aus den gefüllten Arterien nachrückende Blut bald seinen Sauerstoffvorrat abgegeben hat, derselbe Vorgang Platz greifen, als wenn Blut ohne oder mit sehr wenig Sauerstoff zu ihnen gelangen würde.

Die Krämpfe nach Unterbindung der Halsarterien haben Kussmaul und Tenner unter dem Namen der epileptoiden Krämpfe beschrieben. Der Name ist aber nicht glücklich gewählt, da (ausser der Aehnlichkeit, welche alle allgemeinen Krämpfe zeigen) für ihre Verwandtschaft mit den epileptischen Erscheinungen nichts angeführt werden kann. Sie gehören vielmehr in eine Reihe mit den Verblutungs- und Erstickungskrämpfen; denn sie haben mit denselben die gleiche Entstehungsursache: die mangelnde Sauerstoffzufuhr zur Medulla oblongata. Es ist eben für das Spiel der in dieser gelegenen motorischen Zentra durchaus gleich, ob derselben sauerstoffarmes oder gar kein Blut zugeführt wird. Und in dem letzteren Falle ist es wiederum gleichgiltig, ob die mangelhafte Blutzufuhr durch Unterbindung der Gefässe, oder durch ungenügenden Druck (wegen Abflusses des Bluts nach aussen) hervorgerufen wird.

Eben so muss aber auch das plötzliche Aufhören der Zirkulation wirken, wie es durch Lähmung des Herzens herbeigeführt wird. Und so erklärt es sich, dass alle Herzgifte, welche schnellen Herzstillstand bewirken, bei Säugetieren allgemeine Krämpfe erzeugen, so dass man früher fälschlich angenommen hat, dass sie Strychnin oder ein ähnlich wirkendes Alkaloid enthalten. Erst der Nachweis, dass die Krämpfe bei Kaltblütern ausbleiben, und

die Aufdeckung der Beziehungen, welche zwischen der Beschaffenheit des in den nervösen Zentralorganen zirkulierenden Bluts und der Thätigkeit dieser Organe bestehen, hat mich in den Stand gesetzt, die richtige Erklärung dieser Erscheinungen zu geben. Meine Auffassung der Vorgänge im Atemzentrum, wie ich sie in meinem Buche über die Atembewegungen [1]) und in den sich anschliessenden Untersuchungen [2]) gegeben habe, hat durch die Studien über Herzgifte [3]) eine wesentliche Stütze erhalten. Um so erwünschter war es mir, durch eine erneute Untersuchung meine Anschauung von neuem bestätigen zu können.

Da ich Aussicht habe, durch die Vermittelung meines Freundes Meyer in den Besitz einer grösseren Menge der Rinde zu gelangen, so hoffe ich die Untersuchung derselben später noch weiter fördern zu können.

1) Die Atembewegungen und ihre Beziehungen zum Nervus vagus. Berlin 1862.

2) Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv. 1864. S. 456 und 1865. S. 191.

3) Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv. 1865. S. 601. — 1866. S. 647.

Zur Kenntnis der Chinazoline.

Von M. Busch.

Wie ich vor einiger Zeit a. a. O.[1]) mitteilte, werden o-Amidobenzylanilin und o-Amidobenzyl-p-toluidin bei der Einwirkung von Phosgen und Schwefelkohlenstoff in Keto- bezw. Thiotetrahydrochinazoline übergeführt. Die Untersuchung ist inzwischen sowohl auf das o-Amidobenzylamin selbst wie auf eine Reihe von Substitutionsprodukten desselben ausgedehnt worden, wobei sich ergeben hat, dass die Reaktion stets in der beim o-Amidobenzylanilin beobachteten Weise verläuft, d. h. entsprechend folgenden allgemeinen Formelgleichungen:

$$C_6H_4 <\begin{matrix} NH_2 \\ CH_2 \cdot NHR \end{matrix} + COCl_2 = \begin{matrix} & NH & \\ \bigcirc\!\!\bigcirc & & \begin{matrix} CO \\ NR \end{matrix} \\ & CH_2 & \end{matrix} + 2HCl$$

$$C_6H_4 <\begin{matrix} NH_2 \\ CH_2 \cdot NHR \end{matrix} + CS_2 = \begin{matrix} & NH & \\ \bigcirc\!\!\bigcirc & & \begin{matrix} CS \\ NR \end{matrix} \\ & CH_2 & \end{matrix} + H_2S$$

Die letztgenannte Reaktion verläuft beim o-Amidobenzylamin wie bei den Derivaten mit aliphatischem Substituenten leicht und vollkommen glatt, ist jedoch die Substitution durch einen aromatischen Rest erfolgt, so tritt dieselbe nur bei Gegenwart von alkoholischem Kali ein.

Bereits früher wurde angegeben, dass die neuen Thiotetrahydrochinazoline bei energischer Reduktion entschwefelt werden, indem der Schwefel durch Wasserstoff ersetzt wird; es resultieren dabei die vor mehreren Jahren von C. Paal und mir[2]) auf anderem Wege gewonnenen Tetrahydrochinazoline:

---

1) Ber. der deutschen chem. Ges. 25, 3853.

2) Ebendas. 22, 2693.

NH
CS
NR
CH_2
$+ H_4 = H_2S +$
NH
CH_2
NR
CH_2

Eine ganz auffallende Verschiedenheit in dem Verhalten bei der Reduktion zeigen nun diejenigen Derivate, welche einen in Orthostellung substituierten Phenylkern am 3 — Stickstoff enthalten, entsprechend folgender Formel:

NH
CS
R
N —
CH_2

Bei diesen verläuft der Reduktionsprozess unter Spaltung des Ringes in der Weise, dass das o-Amidobenzylaminderivat zurückgebildet wird und die CS-Gruppe als Methylmarcaptan austritt:

NH
CS
R
N —
$+ 3H_2 = CH_3SH +$
NH_2
R
$CH_2 \cdot NH$ —

Diese eigentümliche Erscheinung mag vielleicht darin ihren Grund haben, dass durch den Substituenten in Orthostellung zum 3 — Stickstoff hier eine Atomanhäufung stattgefunden hat, wodurch eine Ablenkung der Valenzrichtungen bezw. eine Spannung im Molekül entstanden ist, welche einer Sprengung des Ringes Vorschub leistet.

Einen weiteren Unterschied gegenüber den übrigen o-Amidobenzylaminen zeigen die in Frage stehenden Orthoderivate auch in ihrem Verhalten gegen salpetrige Säure. Während die an der aliphatischen Amidogruppe einfach substituierten o-Benzylendia-

mine durch das letztgenannte Reagens allgemein in β-Phendihydrotriazine übergehen [1]),

$$C_6H_4 <^{NH_2}_{CH_2NHR} + NHO_2 = C_6H_4\text{-}\beta\text{-Dihydrotriazinring (N, N, NR)} + 2H_2O$$

konnte eine derartige Reaktion in dem bezeichneten Falle nicht wahrgenommen werden. Man erhielt als Reaktionsprodukt ölige, leicht zersetzliche Substanzen, aus denen sich kein reiner Körper isolieren liess. Da alle bisher gewonnenen β-Phendihydrotriazine sich durch ein ganz besonderes Krystallisationsvermögen auszeichnen, so ist es höchst unwahrscheinlich, dass solche überhaupt aus den genannten Orthoverbindungen entstehen. Es liegt deshalb die Annahme nahe, dass auch hier durch die oben erwähnte Atomanhäufung an der aliphatischen Amidogruppe die Bildung des Triazinringes verhindert wird.

1) Ber. d. deutsch. chem. Ges. 25, 445.

Ueber Verwendung des Formalins zur Conservirung von Bakterienkulturen.

Von Dr. G. Hauser, Privatdozent der pathologischen Anatomie in Erlangen.

Die Demonstration von Bakterienreinkulturen besonders auf Gelatine, sowie von sogenannten Plattengüssen gehört zweifellos mit zu den wichtigsten Hilfsmitteln des bakteriologischen Unterrichts. Es haben sich daher auch schon verschiedene Autoren, wie Soyka,[1]) Král,[2]) Garrè,[3]) Czaplewski[4]) und andere bemüht, Bakterienkulturen auf verschiedenen festen Nährböden zu conservieren und so aus den sonst vergänglichen Kulturen zur Demonstration jederzeit bereite und geeignete Dauerpräparate herzustellen. Namentlich ist es ein Verdienst Soyka's gewesen, eine Methode angegeben zu haben, durch welche es ermöglicht ist, eine grosse Anzahl von Bakterienarten in der Form von Reinkulturen auf verschiedenen Nährböden, wie Kartoffeln, Agar, Gelatine u. s. w. dauernd zu conservieren und so ein förmliches „bakteriologisches Museum" anzulegen.

Allein sowohl das Verfahren Soyka's als auch die von anderen Autoren angegebenen Methoden leiden an den sehr empfindlichen Mängeln, dass es nicht gelingt, die Kulturen in jedem beliebigen Entwicklungsstadium zu fixieren und dass es vor allem überhaupt unmöglich ist, Gelatine-Plattengüsse und Gelatine-Stichkulturen in Reagensgläsern von die Gelatine verflüssigenden Bakterienarten zu conservieren.

---

1) Centralbl. f. Bakt. u. Paras. I. 1887, No. 18. — Zeitschr. f. Hygiene IV. 1888, S. 143.

2) Centralbl. f. Bakt. u. s. w., VI. 1889, S. 251. — Zeitschr. f. Hygiene V. 1889, S. 497.

3) Fortschr. d. Med. IV. 1886, S. 392.

4) Centralbl. f. Bakt. u. s. w., VI. 1889, No. 15.

Nun erscheint es aber doch gerade ganz besonders wünschenswert z. B. die für die Diagnose so höchst wichtigen Plattengüsse und Gelatine-Stichkulturen der Cholera, des Milzbrandes und anderer Arten in jedem beliebigen Entwicklungsstadium zu fixieren und für die Demonstration vorrätig halten zu können, um auf diese Weise ein anschauliches Bild von dem fortlaufenden Entwiklungsgang der Kulturen zu erhalten.

Diesen Ansprüchen dürfte die Conservierung der Kulturen und Plattengüsse durch die Einwirkung von Formalindämpfen in so ausgezeichneter Weise Genüge leisten, dass es wohl gerechtfertigt erscheint, wenn ich die über diese Conservierungs-Methode gemachten Erfahrungen jetzt schon der Oeffentlichkeit übergebe.

Die Formalindämpfe besitzen nämlich, wie namentlich aus den sehr interessanten Mitteilungen Penzoldt's hervorgeht, eine so ausserordentliche desinficierende Kraft, dass durch ihre Wirkung nicht allein die an die Oberfläche heranragenden, sondern auch die in den tieferen Schichten gelegenen Kulturen eines Plattengusses offenbar in kürzester Zeit in ihrer Entwicklung gehemmt und schliesslich abgetötet werden. So gelingt es sehr leicht, auch von verflüssigenden Bakterienarten Plattengüsse in jedem beliebigen Entwicklungsstadium, selbst bei dichtester Durchsetzung der Gelatine, zu fixieren. Hiebei tritt unter andauernder Einwirkung der Formalindämpfe allmählich auch wieder eine völlige Erstarrung der bereits verflüssigten Teile der Gelatine ein, ohne dass jedoch der Eindruck der Verflüssigung für das Auge irgendwie verändert würde; erst durch Berührung der verflüssigten Gelatine mit einer Nadel oder durch Umkehren der Schalen kann man sich davon überzeugen, dass der verflüssigte Bezirk thatsächlich wieder erstarrt ist.

Die Kulturen in der noch starren Gelatine, und zwar nicht allein die an der Oberfläche, sondern auch die in der Tiefe gelegenen, bewahren sowohl makroskopisch als mikroskopisch vollständig ihr charakteristisches Ansehen; nur bei sehr rapid verflüssigenden Arten kann, wenn die einzelnen Kolonien bei zu weit fortgeschrittener Entwicklung schon einen umfangreicheren und tieferen Trichter bilden, innerhalb des von den Bakterien getrübten verflüssigten Gelatinebezirkes eine Sedimentierung eintreten, wodurch die verflüssigte Gelatine unter Concentrierung der Bakterienmassen gegen die Mitte hin klar wird und so die

Kulturen an ihrem charakteristischen Ansehen einbüssen können. Man wird daher gut thun, bei solchen Arten auch die stärkeren Verdünnungen eines Plattengusses zu fixieren, bevor die einzelnen Kulturen einen Durchmesser von 6 bis 8 mm überschritten haben.

Das mikroskopische Ansehen, sowie die Färbbarheit der Bakterien selbst zeigte auch nach wochenlanger Einwirkung der Formalindämpfe nicht die geringste Veränderung.

Geradezu überraschend schöne Resultate erhielt ich so namentlich bei der Conservierung von Choleraplatten von der dichtesten Durchsetzung bis zur stärksten Verdünnung und in jedem beliebigen Entwicklungsstadium; die fixierten Platten unterscheiden sich in Nichts von lebendem Material. Nicht minder gute Resultate wurden mit Milzbrand, Proteus vulgaris, Staphylococcus, Sarcina, sowie bei quantitativen Wasseranalysen erzielt, bei welchen ebenfalls zahlreiche verflüssigende Arten zur Entwicklung gelangten; dass auch Plattengüsse von nicht verflüssigenden Arten, wie Bakt. coli commune, Typhus, Bakterium Zopfii und anderen sich unter der Einwirkung von Formalindämpfen unverändert erhalten, bedarf wohl keiner weiteren Ausführung.

Besonders wichtig ist es aber, dass auch Reagensglas-Stichkulturen von verflüssigenden Arten sich mittelst Formalins fixieren lassen. So gelang es mir, Cholerakulturen mit dem so charakteristisch eingezogenen Verflüssigungstrichter (Luftblase), Milzbrand mit der charakteristischen federbartähnlichen Ausstrahlung im Impfstich bei beginnender Verflüssigung an der Oberfläche, ja selbst eine Stichkultur von Finkler'schen Spirillen mit bis zur Tiefe reichender strumpfförmiger Verflüssigung völlig unverändert zu conservieren. Bei allen Kulturen ist hiebei die verflüssigte Gelatine in für das Auge nicht wahrnehmbarer Weise wieder starr geworden, wovon man sich durch Umkehrung des Reagensglases überzeugen kann; bei der Finkler-Kultur ist allerdings auch hier in Folge von Sedimentierung die verflüssigte Gelatine wesentlich klarer geworden.

Ein weiterer Vorzug dieser Art der Conservierung ist der, dass sowohl Plattengüsse als auch Reagensglaskulturen von dem Momente an, als man sie den Formalindämpfen aussetzt, vor jeder Verunreinigung durch Luftkeime selbstverständlich geschützt sind.

Die Ausführung der Methote ist in hohem Grade einfach. Plattengüsse in Petrischalen erhalten unter den Deckel eine Ein-

lage von Filtrierpapier, auf welches man 10—15 Tropfen Formalin träufelt; hierauf bringt man die geschlossenen Schalen in eine mit stark angefeuchtetem Fliesspapier ausgekleidete, gut schliessende feuchte Kammer; in diese stellt man gleichzeitig noch ein kleines offenes Schälchen, in welches man mit Formalin angefeuchtete Watte (etwa 15 Tropfen auf 1000 ccm Rauminhalt der feuchten Kammer) legt.

Reagensglas-Stichkulturen werden mit einem lockeren Wattepfropf versehen, welcher mit etwa 8—10 Tropfen Formalin an seinem unteren Ende angefeuchtet wird; man stellt dann die Kulturen in senkrechter Haltung in ein entsprechend hohes cylindrisches Glas, auf dessen Boden man mit Formalin angefeuchtete Watte bringt (etwa 50—60 Tropfen auf 1000 ccm Rauminhalt). Hierauf wird das Glas durch einen flach aufliegenden Deckel mittelst Vaselins luftdicht verschlossen.

Da die Formalindämpfe auf die tieferen Schichten der Gelatine doch nur langsamer einzuwirken vermögen, so ist es zweckmässig, bei sehr energisch verflüssigenden Arten die Reagensgläser nicht höher als bis zu 4 cm mit Gelatine zu füllen; es erfolgt sonst in den tieferen Schichten noch weiteres Wachstum unter Verflüssigung der Gelatine, wodurch dann die charakteristische Form der Verflüssigung gestört wird.

Besonders wichtig ist es, stets nur ganz frisches Formalin zu verwenden; namentlich schlecht verschlossenes Formalin verliert sehr bald ganz wesentlich an Wirksamkeit; nur von der Anwendung eines frischen, unzersetzten Formalins sind aber gute Resultate zu erwarten. Aus diesem Grunde mögen wohl auch Buchner und Segall[1]) bei der Prüfung des Desinfektionsvermögens einer 10proc. Formaldehydlösung, welche ja nur 4fach verdünntem Formalin gleichkommt, nur unbefriedigende Resultate erzielt haben.

Es ist daher auch zweckmässig, namentlich bei der Conservierung von Reagensglas-Stichkulturen, anfangs täglich einmal noch einige Tropfen frischen Formalins in die feuchte Kammer zu bringen.

Ueber die Grenzen der Haltbarkeit der mit Formalin fixierten Kulturen vermag ich bei der Kürze der Beobachtungsdauer noch

1) Münchener med. Wochenschr. 1889, No. 29.

keine bestimmten Angaben zu machen. Jedenfalls lassen sich Plattengüsse und Stichkulturen von Cholera, Milzbrand, Staphylococcus u. s. w. in jedem beliebigen Stadium viele Monate makroskopisch und mikroskopisch unverändert conservieren und es ist, da bei dem Verfahren eine Abtötung der Bakterien erfolgt, wahrscheinlich, dass man bei geeignetem Verschluss sowohl Plattengüsse als auch Stichkulturen wird dauernd conservieren können.

Doch ist nach meiner Ansicht auf eine derartige dauernde Conservierung an und für sich weniger Gewicht zu legen, ich halte es für richtiger, auch in den theoretischen Vorlesungen über Bakteriologie sich nicht an einmal vorhandene stereotype Schablonen zu halten, sondern auch hier stets immer wieder mit dem lebenden Material in Verbindung mit dem Experiment zu arbeiten. Dabei genügt es schon, Plattengüsse und Kulturen auf wenige Wochen unverändert fixieren zu können; man wird dann leicht in der Lage sein, für jeden Vortrag die jeweilig erforderlichen Plattengüsse und Kulturen in den verschiedenen charakteristischen Entwicklungsstadien auch sicher zur Verfügung zu haben, ohne mehr von Witterungsverhältnissen und sonstigen Zufälligkeiten abhängig zu sein. In diesem Sinne aber kann das Formalin jetzt schon als ein ganz vorzügliches Hülfsmittel für den bakteriologischen Unterricht bezeichnet werden.

Zur Kenntnis der Schmetterlingsschuppen[1]).

Von Arnold Spuler.

Schon im 17. Jahrhundert waren die Insektenschuppen bekannt und wurden auch abgebildet. Réaumur[2]) bespricht namentlich eingehender ihre Anordnung; Rösel von Rosenhof[3]) war meines Wissens der erste, der es versuchte, kompliziertere Farbeneffekte durch Studium der Schuppen zu verstehen; indess haben ihn die mangelhaften Hülfsmittel verhindert, zu richtiger Auffassung zu gelangen. Den feinern Bau der Schuppen haben zuerst Lyonnet[4]) und Deschamps[5]) festgestellt. Sie unterscheiden die Squamulae von den Plumulae, welch' letztere jetzt gewöhnlich als „Duftschuppen" bezeichnet werden. Mayer hat 1860[6]) von neuem diese Verhältnisse studiert und „fand im Allgemeinen bei den Schüppchen und Federchen nur 2 Schichten, und die Streifen in beiden gleichförmig verlaufen, bei jenen meist gerade oder hinten wenig gebogen, bei diesen dagegen schön nach hinten gebogen und später auch gerade." Auf der vorderen Schicht befinden sich Leistchen, aus Chitinkörperchen gebildet, welche die Träger der Schuppenfarben sind. Die Plumulae sind ebenso gebaut wie die Squamulae, durch hervorragen der Leistchen über die Schuppenspreite entsteht das federbuschartige Aussehen vieler Plumulae. „Der Stiel oder die Wurzel der Schüppchen ist vorn knopfförmig und steckt in einem nach einwärts umgestülpten Doppelsäckchen

---

1) In Kurzem werde ich an der Hand von Abbildungen mich in den Zool. Jahrbüchern über dieses Thema ausführlicher äussern.

2) Réaumur, Mémoires pour servir à l'histoire des insectes, T. I. 1734 p. 199—206.

3) Rösel von Rosenhof, Der monatl. herausgegeb. Insekten-Belustigung, 3. Teil 1755 p. 254 ff., tab. XLIV.

4) Lyonnet, Annales de museum d'histoire naturelle 1832.

5) Deschamps, ibidem 1835.

6) Mayer, Allgem. medic. Centralzeitung 1860 p. 772—74.

(Schuppenbalg) der Haut des Flügels, welches eine gelbe, fettölige Flüssigkeit enthält." Ueber die Schuppenbefestigung hat schon Deschamps richtige Angaben gemacht, die Mayer bestätigt. Genauere Angaben über dieselben habe ich nicht auffinden können.

Semper[1]) hat uns über die Entstehung der Schuppen berichtet; es beziehen sich indess seine Angaben nur auf die Squamulae, die je aus 1 Hypodermiszelle entstehen, während er über die Entstehung der Plumulae keine Angaben macht. Bis jetzt ist, soviel mir bekannt, von keinem der späteren Forscher dies studiert worden, leider hatte ich selber keine Zeit, dieser Frage näher zu treten.

Kettelhoit[2]) machte es sich zur Aufgabe, durch Untersuchung einer grössern Anzahl von Schmetterlingen festzustellen, in wie weit sich für die verschiedenen Abteilungen der Schmetterlinge charakteristische Formverschiedenheiten der Schuppen feststellen liessen und zwar nur an den sogenannten Normalschuppen der Oberseite der Vorderflügel. Er stellte fest, dass der allgemeine Typus der Schuppen, der Verlauf der Seitenränder und namentlich auch Vorkommen oder Fehlen eines Ausschnittes an der Basis der Schuppe für grössere Gruppen charakteristisch ist. Indes finden sich Ausnahmen, wie auch schon R. Schneider festgestellt hat.

Dieser[3]) gieng darauf aus, herauszufinden, wie sich die Schuppen der verschiedenen Flügel- und Körperteile zu einander verhalten. Die wichtigsten Ergebnisse seiner Untersuchungen, die ich völlig bestätigen kann, sind in folgenden Sätzen seines Teiles XIV niedergelegt[4]):

„1) Die Schuppen sind am Leibe am stärksten entwickelt, mit den bedeutendsten Processus, bei Rhopaloceren mit kleinstem, oft ganz fehlendem Sinus, — sinken auf den Wurzelfeldern schon an Grösse, — auf den Mittelfeldern noch mehr und werden auf den Randfeldern am kleinsten, — bei Rhopaloceren (und den

1) C. Semper, Ueber die Bildung der Flügelschuppen und Haare (Epidermoidalgebilde) bei den Lepidopteren, Ztschr. f. wiss. Zool. 1857, VIII.

2) Th. Kettelhoit, de squamis Lepidopterorum, Diss. Bonnae, 1870.

3) Schneider, Die Schuppen an den verschiedenen Flügel- und Körperteilen der Lepidopteren. Diss. inaug. zool., Halle 1878.

4) l. c. p. 53 u. 54.

wenigen Heteroceren) mit bedeutendstem Sinus, — allgemein mit abnehmenden Processus.

Mit steigender Hervorbildung der Processus sinkt also die Grösse des Sinus, mit steigender Hervorbildung des Sinus die der Processus."

„2) Die freien Randschuppen sind immer sehr lang und dünn, mit einigen sehr spitzen Processus und stets fehlendem Sinus, — und schliessen sich entweder unmittelbar an die typischen Randfelderschuppen an, oder werden durch einige Lagen schmäler werdender Uebergangsschuppen aus diesen vermittelt.

3) Die Cellula suprema (das Haftfeld) der Hinterflügel zeigt die eigentümlichen asymmetrischen Schuppen, bei Rhopaloceren schief genagelt, bei Heteroceren schief gerandet, die dann in symmetrische, aber noch fortsatzlose Schuppen übergehen, welch' letztere sich auf der Area basalis immer, auf der Area intima teilweise erhalten; diese gehen dann auf der Area media wieder in normale Schuppen über, die sich auf der Area limbalis völlig wie die der Vorderflügel stellen.

4) Die Schuppen der untern Seite sind gegen die der obern kräftiger entwickelt, — sowohl was allgemeines Volum, als auch Grösse der Processus betrifft."

5) Auf dem Haftfeld der Vorderflügel verhalten sich die Schuppen wie auf dem der Hinterflügel.

„6) Die Cellula suprema der Vorderflügel zeigt meistensteils durch Grösse und Processus ausgezeichnete Schuppen.

7) Die Thoraxschuppen werden repräsentiert bei den Rhopaloceren erstlich durch die kleinen, stark schwarz pigmentierten, — zweitens durch die sehr unregelmässig gebildeten, mit besonders scharfspitzigen Processus versehenen Schuppen, mit oft fehlendem Sinus und von schwankender, meist verhältnismässig unbedeutender Grösse; bei den Heteroceren sind die Thoraxschuppen ebenfalls durch sehr bedeutende Processus, zugleich aber durch die allgemeine Grösse ausgezeichnet, worin sie die Schuppen aller übrigen Körperteile übertreffen. Die grössten aller beobachteten Schuppen waren Thoraxschuppen von Heteroceren." (Macroglossa).

„8) An den Füssen zeigen die Schuppen des Femur gegen die der Tibia eine kräftigere Ausbildung, welches Verhältnis bei den Rhopaloceren konstant, bei den Heteroceren allerdings nicht immer mit Sicherheit zu erkennen ist.

Die anomalen Schuppen glasheller Stellen sowie Tüpfel und Federbuschschuppen sind aus dem Kreise der Gesetzmässigkeiten ausgeschlossen.“

Vor einigen Jahren habe ich dann in aller Kürze meine, auch durch das Studium feiner Schnitte gewonnenen, Resultate über den feineren Bau der Schuppen veröffentlicht.

Die Schuppen bestehen, wie ihre Entstehung erwarten lässt, aus 2 Schichten, einer hinteren (dem Flügel zugekehrten) glashellen dünnen Membran und einer vordern Platte, die mancherlei Differenzierungen zeigt. In den meisten Fällen erheben sich auf der Vorderfläche Längsreihen kleiner kegelförmiger Zäpfchen. Mit der hinteren Membran ist die vordere Schicht durch leistenförmige Chitinbrücken verbunden, die bei Normalschuppen regelmässig zwischen den Kegelleistchen auf der Vorderseite stehen. Bei den irisierenden und metallglänzenden Schuppen sind die Leistchen nicht in Höckerchen gegliedert und konvergieren an der Wurzel zum Stiel, an dem Ende der Schuppen entweder im ganzen nach der Mitte (z. B. Micropteryx) oder in den einzelnen Processus je nach deren Mitte (z. B. Plusia chrysitis, die messingfarbenen Schuppen). Eine stärkere Isolierung und Ausbildung der einzelnen Kegel findet sich andererseits auch, so bei weissen Schuppen (z. B. v. Van. atalanta). Gewöhnlich überragen die Leistchen das Ende der Schuppen nicht, indess findet sich derartiges, abgesehen von den Duftschuppen, hier und da in ausgesprochener Weise.

Zwischen den Leistchen können Querverbindungen vorhanden sein, die eventuell besser ausgebildet sind und dann die ganze Schuppenoberfläche in Felderchen einteilen. Die Verbindungen mit der hinteren Membran sind bei stärker modifizierten Schuppen unregelmässig, bald mehr bald weniger. In sehr ausgesprochener Weise ist es z. B. bei den blau schillernden Schuppen der Apat. seraphina der Fall, wo weit mehr Höckerchenreihen vorhanden sind, als Verbindungsleisten. Der Stiel der Schuppe ist hohl und sein Hohlraum steht mit den Hohlräumen zwischen den Verbindungsleistchen in Zusammenhang. Am Ende trägt er meist eine deutliche, knopfförmige Verdickung, ein Verhalten, das sich auch deutlich bei haarartigen Schuppen zeigt. Er sitzt in dem Schuppenbalg, einem Chitindoppelsäckchen.

Das Ende des Stieles (meist mit Knöpfchen) befindet sich im 2ten (innern) Teil des Säckchens. Im ersten ist der Stiel oft etwas aufgetrieben und an der Trennungsstelle der beiden Teile des Balges durch eine dort befindliche, ringförmige Chitinverdickung festgehalten. Die Vorderwand des äussern Säckchens kann verlängert sein, wodurch die Schuppe besser in ihrer Lage festgehalten wird, ein Verhältnis, das an den Randschuppen meist deutlicher ausgesprochen ist. Soviel über Bau und Befestigung der Schuppen.

Die Färbung durch Studium der Schuppen zu verstehen, versuchte zuerst Rösel, wie oben erwähnt wurde.

Für längere Zeit scheinen dann die Lepidopterologen dieser Frage nicht nachgegangen zu sein, wenigstens nicht in eingehenderen Untersuchungen.

Hagen[1]) hat vor einiger Zeit sich über Farben und Zeichnung geäussert; er teilt die Farben in dermale und hypodermale ein. Zu letzteren rechnet er auch grösstenteils die Schuppenfarben. Dem kann ich nicht beistimmen. Dagegen hat er das Zustandekommen optischer Farben in eingehenderer Weise diskutiert und in vielen Punkten kann ich seinen Ausführungen nur beipflichten.

Die ontogenetische Ausbildung der Farben im Puppenflügel haben Schäffer[2]), van Bemmelen[3]) und Dixey[4]) untersucht und festgestellt, dass zuerst gelb (grün), rot, braun und zuletzt schwarz entstehen.

Ueber das Zustandekommen der Farben im allgemeinen habe ich mich schon früher kurz geäussert[5]) und habe auch in einem

---

1) H. Hagen, On the color and the pattern of Insects. Proceed. Am. Acad. arts und sciences Vol. 17 p. 234—267.

2) C. Schäffer, Beiträge zur Histologie der Insekten. Zool. Jahrbücher Bd. III. 1889.

3) J. F. van Bemmelen, Die Entwicklung von Farben und Adern auf den Schmetterlingsflügeln. Nederl. dierk. Vereeniging Deel II. Afl. 4 1889. De ontwikkeling der Vlinderfleugels in de pop. K. Natuurk. Vereeng. in Nederlandsch-indie No. 6, 1890.

4) F. A. Dixey. On the phylogenetic signi ficance of the Wing-markings in certain genera of the Nymphalidae. Transact. Ent. Soc. London 1890 p. 89—129, T. 1–3.

5) A. Spuler, Zur Phylogenie der einheimischen Apatura-Arten. Stett. ent. Zeitung. 1890.

Falle ausführlich gezeigt, auf welchen Veränderungen im Bau der Schuppen der betreffende Farbeneffekt (das „Schillern" der Apaturiden) beruht; damals habe ich auch die für die Färbung massgebenden Deckschuppen von den Stützschuppen unterschieden. Diese Arbeit scheint vollständig unbekannt geblieben zu sein, auch Urech, der sich seit längerer Zeit viel mit den Farben der Schuppen beschäftigt hat, wie eine Reihe von Publikationen aus seiner Feder uns zeigt.

Von der Färbungsähnlichkeit des Falterharnes mit dem Gesammtfarbenton der Flügel in vielen Fällen ausgehend[1]), kam er auf den Gedanken, dass zwischen beiden ein durch den Chemismus der betreffenden Organismen bedingter Zusammenhang bestehe. Er hat dann bestätigt, was schon Schäfer, aber auch von Bemmelen und Dixey behauptet haben, dass zuerst weisse (V. io) oder rötliche Farbentöne (V. urticae) über den ganzen Flügel verbreitet sind, und dann nach einander die gelben, gelb bis braunroten, braunen und schwarzen Farben entstehen. Diese ontogenetische Reihenfolge der Farben benützt er weiterhin zur Aufstellung einer parallelen phyletischen Reihe und nimmt dementsprechend an, dass die Vanessen zuerst weiss waren[2]); dies ist sicher unrichtig.

Wenn Urech meint: „die Thatsache, dass die Felderung (Farbenfelderung) der Flügelflächen z. B. der von mir untersuchten Vanessa-Arten in voller Schärfe auftritt, und konstant bleibt, bevor die speziellen Farben des fertig gebildeten auskriechenden Schmetterlings erscheinen, deutet darauf hin, dass diese Felderung auch phylogenetisch älter ist, als die spezielle Art der Farben des fertigen Schmetterlingsflügels"[3]), so glaube ich, ist das nicht ganz berechtigt.

Es kann das sehr wohl damit zusammenhängen, dass die Farben eben teilweise durch weitergehende Veränderung einmal

---

1) F. Urech, Chemisch-analytische Untersuchungen an lebenden Raupen, Puppen und Schmetterlingen und an ihren Secreten. Zool. Anzeiger 1890 pg. 272 ff. u. 309 ff.

2) Derselbe, Beobachtungen über die verschiedenen Schuppenfarben und die zeitliche Succession ihres Auftretens (Farbenfelderung) auf den Puppenflügelchen von Vanessa urticae und io. Zool. Anzeig. 1891 p. 466—473.

3) Zool. Anzeig. 1891 pg. 470.

gebildeter Farbstoffe entstehen, also die Succession wäre dann durch physiologische Momente bedingt, es könnte, obgleich die gelben und roten Farben früher sich entwickeln, sehr wohl eine mehr schwarze Varietät phyletisch älter sein. Die Differenzierungen der Färbung und Zeichnung sind nicht nach einander erfolgt, sondern mit einander. Schon die Zeichnungsvarianten, welche die Färbungsvarianten bei weitem an Zahl übertreffen, hätten Urech von der Unrichtigkeit seiner Auffassung überzeugen können, denn das phyletisch ältere wird doch nicht variabler sein, als das phyletisch jüngere!

Die hochinteressanten künstlichen Züchtungsversuche Standfuss'[1]), deren Schwierigkeiten zu überwinden diesem als Züchter einzig dastehenden Manne nur mit vieler Mühe gelang, werden aber wohl jeden von der Unhaltbarkeit der Auffassung Urechs überzeugen, sie zeigen zur Evidenz durch das Entstehen „phylogenetischer“ Abweichungen, wie sie Standfuss benannt hat[2]), dass Zeichnung und Färbung sich zusammen differenziert haben.

In einer neueren Arbeit hat Urech[3]) eine umfangreiche Untersuchung über Schmetterlings- (und Käfer-) Schuppen veröffentlicht, deren Resultate er in übersichtlichen Tabellen vereinigt hat. Der Bedeutung der genauen Kenntnis der Schuppen für phyletische Studien ist er sich bewusst. Dem Verhalten auch einzelner Schuppen sei bisher keine tiefere Bedeutung für derartige Untersuchungen beigemessen worden, sagt Urech p. 307. Dem ist nicht so, wie er z. B. aus p. 274 meiner Apaturidenarbeit ersehen kann. Er hat einmal physikalisch, dann chemisch die Farben untersucht. Bei der ersteren Untersuchungsmethode ist er nirgends genauer auf die Formverhältnisse der Schuppen eingegangen, chemisch hat er das Verhalten (namentl. Löslichkeit

---

1) M. Standfuss, Ueber die Gründe der Variation und Aberration des Falterstadiums bei den Schmetterlingen. Entomologische Zeitschrift 1894. 8. Jahrgang No. 11—13.

2) Es gereicht mir zur Genugthuung konstatieren zu können, dass die von mir in meiner Schrift „Zur Phylogenie der einheimischen Apatura-Arten. Stett. Ent. Ztg. 1890 auf p. 269 ausgesprochene, durch vergleichendes Studium der Zeichnung gewonnene Auffassung der Verwandtschaft der Vanessen durch Standfuss' Resultate bestätigt werden.

3) F. Urech, Beiträge zur Kenntnis der Farbe von Insektenschuppen. Zeitschr. f. wiss. Zool. 57. Band 1893 pg. 306 ff.

und Farbenwechsel) der Farbstoffe bei Zusatz von Wasser, 10 und 28,5 % Salzsäure, 48 % Salpetersäure, 20 % Ammoniaklösung geprüft.

Ganz ähnliche Untersuchungen hat zuvor schon Coste[1]) angestellt, indess habe ich aus dem Bericht in „Nature“ nicht ersehen können, ob er auch die Schuppen, oder nur die Flügel in toto untersucht hat; viele Stellen scheinen mir zu beweisen, dass letzteres der Fall ist, so namentlich die Ausführungen über das Blau der Lycaeniden; denn wenn er Schuppen untersucht hätte, so müsste er zu richtigeren Aussprüchen gekommen sein.

Urech hat sehr richtig die Schuppen selbst untersucht, und er hat weit zutreffendere Ansichten geäussert als Coste, trotzdem kann auf den chemischen Teil seiner Arbeit der Ausspruch Hopkins gegenüber Coste[2]) angewandt werden, da seine Untersuchungen denen des letzteren ganz analog sind.

Dem Angreifen der physikalischen Probleme bei den Schmetterlingsfarben muss ein genaues Studium der Struktur der Schuppen vorausgehen. Dies vermisse ich in Urechs Publikationen und ohne die dadurch gewonnenen Kenntnisse ist es doch sicher nicht möglich, das Auftreten der Farbeneffekte zu verstehen.

Gelb, rot braun bis schwarz sind Färbungen, die in erster Linie auf Pigmentierung der Schuppen beruhen. Entweder ist das Schuppenchitin selbst gefärbt oder das Pigment ist in Körnern abgelagert. Mayer meinte, die Kegelchen, welche die Leistchen bilden, seien die Träger des Farbstoffes. Sie können es sein, aber gar oft sind sie es nicht. Stets indess ist die dünne hintere Membran frei von Pigmentkörnern. Bald liegen die Körner dicht gedrängt, die vordere Haut erfüllend, bald finden sie sich sowohl in dieser, wie auch in den Verbindungsleistchen, mehr weniger in bestimmten Beziehungen zur Schuppenstruktur gelagert. So sehen wir sie bei den braunen Schuppen von Galleria mellonella ziemlich regelmässig der Aussenfläche zwischen den Kegelchen-

1) F. H. Perry Coste, On insect colours, Nature Vol. XLV p. 513—517 und p. 541—542. Die ausführlicheren Artikel C.'s im Entomologist April 1890—Sept. 1891 waren mir leider nicht zugänglich.

2) F. G. Hopkins Pigments of Lepidopt, Nature Vol. XLV p. 581.



reihen eingelagert, besonders zahlreich in dem aufgetriebenen mittleren Teil der Schüppchen. Ausserdem finden sie sich, weniger regelmässig gelagert, in den Verbindungsleistchen, nahe der hintern Membran. Die Körnchen finden sich auch im Schuppenstiel und um denselben im Wurzelbalg. Aus letzterem Befunde kann man zu der Ansicht kommen, dass sie in der Mutterzelle der Schuppe gebildet und bei Ausbildung der Schuppen an der richtigen Stelle abgelagert werden, also nicht in loco zur Ausscheidung gelangen.

Bei den „physikalischen" Farben sind zwei Modi zu unterscheiden, entweder sie entstehen durch Reflexions- etc. Vorgänge innerhalb einer Schuppe, oder durch das Zusammenwirken zweier Schuppen.

Dieser letztere Modus findet sich in weitester Ausdehnung bei Blau, das, so weit meine Erfahrungen reichen, nie durch blaues Pigment erzeugt wird. Bei den Bläulingen (Lycaeniden) liegen im durchfallenden Lichte gelb erscheinende Schuppen ohne Processus und von glatter, leicht gerippter Oberfläche über dunkelbraun pigmentierten Schuppen. Ebenso giebt es bei den Vanessen keine „blauen Schuppen", sondern das Phänomen entsteht, wie bei den Lycaenen. Auf ähnliche Weise kann Grün, das nach Angabe der Autoren auch öfter Pigmentfarbe ist (ich selbst glaube, dass stets physikalische Momente mit in Betracht kommen), entstehen, indem gelbe Schuppen über blau schillernden liegen (Nematois), indess findet sich das nicht häufig. Sehr weit differenziert sind die spezifischen Schuppen z. B. des atlasblauen Pap. Ulysses. Sie erscheinen bei durchfallendem Lichte rotgelb. Ihre Vorderfläche ist durch Längs- und Querleistchen in polygonale Felder geteilt, bei auffallender Beleuchtung sieht man jedes Feld strahlend blau aufleuchten, ein reizendes Bild dem Auge bietend.

Eine Felderung der Schuppen, allerdings etwas anderer Art, findet sich bei den grünen von unserer Thecla rubi.

Nach dem ersten Modus entstehen z. B. die metallglänzenden Farben. Den Bau der betreffenden Schuppen habe ich schon vorhin erwähnt (cfr. p. 4). Das blaue Schillern wie es die Apaturiden zeigen, entsteht auch innerhalb einer Schuppe. Die Höckerchenreihen stehen bei den schillernden Schuppen, die meist ganz ohne Processus sind, — wie ja die meisten, welche glänzende Farben hervorrufen, — viel dichter als bei den andern, bei der viel stär-

ker schillernden tropischen Apat. seraphina viel dichter als bei den einheimischen Arten. An der Hand von Abbildungen habe ich früher diese Verhältnisse geschildert und darauf hingewiesen [1]) wie aus den Befunden über das Schillern und das allseitig sichtbare Blau der Lycaeniden zusammen mit dem Verhalten verwandter Arten zu schliessen ist, dass das Blau an einzelnen Flecken „lokal", das Schillern hingegen „diffus" entstanden sei. Die meisten farblosen Schuppen erscheinen bei auffallendem Lichte bläulich, während die oft gefalteten dünnen hinteren Membranen den Falten entlang häufig (z. B. bei Vanessen) schöne Interferenzfarben zeigen. Die Möglichkeit zum Entstehen von Interferenzfarben ist also schon durch die Struktur des Schuppen-Chitins überhaupt gegeben.

Was nun die physikalische Erklärung der Farben anlangt, so möchte ich mich mit dem Hinweis darauf begnügen, dass häufig die Schuppen die Komplementärfarbe der reflektierten im durchfallenden Lichte zeigen, analog den Newton'schen Farbenringen. Auf weitere Beispiele einzugehen, dürfte an dieser Stelle nicht angebracht sein.

Wir haben bis jetzt den feinern Bau sammt Befestigung und die Farben der Schuppen kennen gelernt, über die Anordnung derselben auf den Flügeln kann ich mich kurz fassen. Bei den niederen Formen stehen sie bald ganz regellos, bald ungefähr in Bänder bildenden Gruppen, bei den höchst differenzierten dachziegelartig übereinandergreifenden in regelmässigen Querreihen, die mit einander in Verbindung stehen, oder parallel verlaufen können.

Gestatten Sie mir jedoch, da wir es zum Verständnis der Phylogenie der Schuppen nötig haben, auf Gebilde an den Flügeln ausführlicher einzugehen, die eigentlich keine Schuppen sind. Wenn wir einen Flügel von einer Micropteryx betrachten, so sehen wir ausser den Schuppen noch stachelartige Gebilde, die Ausstülpungen der Flügelmembran sind, nicht wie die Schuppen in einen Balg eingesenkt. Dieselben sind viel zahlreicher als die eigentlichen Schuppen; gerade so ist es bei Hepialus. Wenden wir uns dem medialen Teil des Innenrandes der Vorderflügel zu und betrachten wir die Unterseite, so sehen wir bei Micropteryx und ganz ähnlich bei Hepialus diese

1) Zur Phylogenie der einheim. Apatura-Arten, Stett. ent. Ztg. p. 270—272.

Stacheln kräftiger gebaut und in dem Flügelrand parallele Reihen geordnet. Sie bilden so einen wichtigen Bestandteil des Verbindungsmechanismus der Vorder- und Hinterflügel.

Auch bei den Perliden und bei Blattiden, also bei Vertretern der verschiedensten Zweige des Ortho-Neuropteridenstammes finden sich die gleichen zwei Arten von Chitingebilden auf den Flügeln.

Ganz die gleichen Stacheln zeigen die Flügelflächen der Trichopteren, deren nahe Verwandtschaft mit den Schmetterlingen durch die Übergangsgruppen, die Micropterygiden und Hepialiden hierdurch auf's Neue dargethan wird.

Die Differenzierung eines „Haftfeldes“ zeigen indess nicht alle Trichopteren. Bei Philopotamus scopulorum ist es nicht vorhanden, bei Goera flavipes finde ich nur etwas enger und gleichgerichteter gestellte Stacheln, während Hydropsyche in grosser Ausdehnung kräftige Stacheln in regelmässigen Reihen besitzt.

Man dürfte wohl geneigt sein, aus dem gemeinsamen Vorkommen der Stacheln bei Micropteryx und Hepialus eine nähere Verwandtschaft beider Typen zu folgern, wie auch aus dem Vorhandensein eines „clavus“, was Comstock,[1]) der dem Gebilde den neuen Namen „jugum“ giebt, that. Das eine wie das andere wäre falsch. Das sind Charaktere, die uns den Differenzierungsgrad der Art angeben, nicht aber die Blutverwandtschaft. Denn einmal finden sie sich in weiter Verbreitung bei den Formen, die offenbar im Flügelbau mit Schmetterlingen verwandt sind, zweitens können wir den Beweis liefern, dass die Heteroceren, ausser den Geometriden, alle die fraglichen Stacheln gehabt haben müssen.

Oben habe ich gezeigt, wie das Haftfeld durch lokale Differenzierung der Stacheln entstanden ist. Dieses Haftfeld findet man nun in schwankender Ausbildung mit zahlreichen Modifikationen, die indessen nie das Wesen der Gebilde alterieren, bei allen Heteroceren, ausser den Geometriden und einigen Microlepidopterenfamilien; ebenso nicht bei den Rhopaloceren. Oft stehen die Stacheln, die einfache Chitinausstülpungen sind, wie Schnitte lehren, dem Innenrand ungefähr

---

1) Ich werde in der ausführlichen Arbeit auf C.'s Arbeit zurückkommen.



parallel, ähnlich auch bei Hepialus; bei Micropteryx dagegen senkrecht zum Innenrand, gegen den Vorderrand des Flügels gerichtet. Ihre Verhältnisse zeigen also eher eine grosse Kluft zwischen Hepialus und Micropteryx an, als die nach dem Vorkommen des clavus behauptete nähere Verwandtschaft. Dieses Haftfeld ist durch Modifikation der „Flügelstacheln“ entstanden; die Schmetterlinge, die es besitzen, müssen also Stacheln einst gehabt haben. Die Stacheln auf dem übrigen Flügel aufzufinden gelang mir, ausser bei den beiden uralten Gruppen und einigen Tineinen, nirgends; möglich, dass sie ausser am Haftfeld zu Stützschuppen geworden sind. Bei den Spannern und Tagfaltern finden wir an Stelle des Haftfeldes, dicht gedrängt, wie die Stacheln angeordnete Schuppen; Übergangsbildungen von Stacheln zu Schuppen habe ich nie angetroffen.

Diese Befunde zeigen uns die nahe Verwandtschaft der Bekleidung des Schmetterlingsflügels mit der desjenigen ganzen Arthropodenstammes, zu dem sie gehören, besonders ihrer nächsten Verwandten, der Trichopteren. Sie geben uns die Gewissheit, dass die Schmetterlingsschuppen den Haarschuppen der Phryganidenflügel homolog sind, wie ich schon früher behauptet habe[1]). Wir finden bei Schmetterlingen, z. B. bei Psychiden, Gebilde, die ganz den Trichopteren-Haarschuppen gleichen und von diesen stufenweise Übergänge bis zu den symmetrischen, mit tiefem Sinus versehenen Schuppen, welche für die Rhopaloceren charakteristisch sind.

In dem eben Vorgetragenen haben ich mich bemüht, Ihnen in gedrängter Form ein Bild von dem feineren Bau der Bedeckung des Schmetterlingsflügels zu geben, und die Phylogenie derselben darzulegen versucht. Sie haben, so hoffe ich, aus meinen Ausführungen ersehen, wie in mancherlei Hinsicht ihre genauere Untersuchung bei phyletischen Studien von Nutzen sein kann.

1) Zur Stammesgeschichte der Papilioniden, Zool. Jahrb. VI. Bd. 1892 p. 479.



Über den Zuckergehalt der vorwiegend zur Brodfabrikation verwendeten Mehle sowie der aus ihnen dargestellten Backwaren mit besonderer Berücksichtigung derselben für ihre Auswahl beim Diabetes mellitus.

Von Leopold Lewinski.

Die folgenden Untersuchungen sind auf Veranlassung und mit freundlicher Unterstützung des Herrn Prof. Dr. Fleischer angestellt worden.

Unter den verschiedenen Konstitutionskrankheiten hat von jeher das als Diabetes mellitus bezeichnete Leiden das allgemeine Interesse der praktischen Ärzte in Anspruch genommen. Seitdem in der Mitte des 17. Jahrhunderts zuerst das Auftreten von Traubenzucker im Urin als eines der charakteristischsten und konstantesten Symptome des Diabetes mellitus festgestellt worden war, und durch die Vervollkommnung der Untersuchungmethoden des Harns der Nachweis desselben ausserordentlich erleichtert wurde, machte die frühzeitige Erkennung der Erkrankung kaum noch irgendwelche Schwierigkeiten. Seit den ersten Arbeiten über Diabetes mellitus, die bereits mehr als 2 Jahrhunderte zuzückliegen, ist durch tausende und abertausende von sorgfältigen Beobachtungen das Krankheitsbild genau festgestellt worden, so dass es kaum eine andere Krankheit giebt, deren Symptomatologie selbst in ihren selteneren Erscheinungen so genau bekannt ist wie diejenigen des Diabetes mellitus. Weniger glücklich ist man dagegen bei den mannigfachen Bestrebungen gewesen, die Grundursachen jener interessanten Konstitutionskrankheit aufzuklären, obwohl auf die Erforschung derselben zahlreiche sehr bedeutende Physiologen, physiologische Chemiker, pathologische Anatomen, experimentelle Pathologen, Kliniker und Ärzte sehr viel Zeit und Mühe verwendet haben. Im Laufe der Zeit sind zahlreiche Theorieen über die Grundursachen des Diabetes mellitus aufgestellt

worden, doch keine derselben erfreut sich einer ganz allgemeinen Anerkennung.

Zahlreiche anatomische und experimentelle Beobachtungen weisen darauf hin, dass der Diabetes mellitus nicht durch die Erkrankung eines einzigen Organs z. B. des Pankreas, der Leber, der Nieren, des Nervensystems, wie man früher allgemein annahm, verursacht wird, sondern dass es sich bei demselben um eine allgemeine Konstitutionskrankheit handelt, deren Wesen bisher leider noch vollständig unbekannt ist, obwohl gerade für die erstere Annahme (eine Erkrankung des Pankreas als Ursache) die neuesten Arbeiten von v. Mehring, Minkowski u. a. zu sprechen scheinen, welche nach der vollständigen Exstirpation des Pankreas bei Hunden nicht nur Melliturie, welche zwar die wichtigste, aber nicht einzige Krankheitserscheinung des Diabetes ist, sondern auch die übrigen Symptome eines schweren Diabetes mellitus auftreten sahen. Nachdem einmal erkannt war, dass bei Diabetes mellitus der Organismus zeitweilig oder dauernd die Fähigkeit verloren hat, den mit den Speisen fertig zugeführten, sowie den unter der Einwirkung der diastatischen Fermente entstehenden Zucker vollständig zu verbrennen, dass ferner bei der reichlichen Anwesenheit des Zuckers im Blute und in den Geweben nachteilige Folgen erwachsen, lag das Bestreben nahe, den letzteren durch eine zweckmässige medikamentöse und diätetische Behandlung zu entfernen. Während über die günstige Einwirkung der empfohlenen Arzneimittel (es mögen hier nur die Opiate, die Carbolsäure, die Salicylsäure und ihre Salze, Arsenik genannt werden) bei den verschiedenen Formen des Diabetes mellitus die Ansichten noch weit auseinander gehen, und nur der günstige Einfluss der Karlsbader- und anderer ähnlich zusammengesetzter Mineralwässer in einem Teil der Fälle allgemein anerkannt ist, stimmen alle erfahrenen Beobachter darin überein, dass auf eine rationelle diätetische Behandlung der Schwerpunkt bei der Therapie zu legen ist, ohne welche eine medikamentöse Therapie ganz erfolglos ist. Schon am Ende des vorigen Jahrhunderts hat der englische Arzt Rollo über den Erfolg einer strikten Fleischdiät kombiniert mit der Darreichung von Opiaten ausführliche Mitteilungen gemacht, und es ist seitdem eine der wichtigsten Grundsätze in der Therapie des Diabetes mellitus, soweit als möglich eine Karenz (vollständige Vermeidung) der Kohlenhydrate durchzuführen. Aller-

dings gehen noch darin die Ansichten auseinander, ob nicht denjenigen Kranken, welche noch eine gewisse Toleranz gegen Kohlehydrate zeigen, indem sie einen kleinen Teil derselben zersetzen, die letzteren in beschränktem Masse zu gestatten seien, oder ob, wie es andere Kliniker wünschen, auch in diesem Falle eine reine Fett- und Fleischnahrung zu empfehlen sei. Bei den leichteren Formen des Diabetes mellitus, in welchen durch sorgfältige methodische Harnuntersuchungen festgestellt ist, dass der Organismus die Fähigkeit, den Zucker zu verbrennen, nicht vollständig verloren hat, sondern noch eine bestimmte Menge desselben, die in der Nahrung enthalten ist, so vollkommen zersetzt, dass der Urin zuckerfrei bleibt, dürften versuchsweise solche Speisen, die verhältnismässig kleine Mengen Zucker enthalten, aber selbstverständlich unter fortgesetzter Kontrolle der Patienten und in kürzeren Zwischenräumen vorgenommenen Urinuntersuchungen zu erlauben sein. Zu diesem Zwecke ist es aber dringend wünschenswert, dass nur solche Speisen gewählt werden, deren Zucker- und Stärkegehalt genau bekannt ist. Am schwersten ist es für den Diabetiker, im Beginne der Erkrankung auf die verschiedenen Brodarten und Backwaren, an die er von Jugend auf gewöhnt ist, völlig zu verzichten, und es braucht ihm auch, wenn er thatsächlich noch einen bestimmten Teil des Zuckers zu zersetzen vermag, ein vollständiger Verzicht auf dieselben nicht zugemutet zu werden, wenn die Menge des in den Backwaren vorhandenen Zuckers diejenige Quantität nicht übersteigt, die er noch vollständig zu verbrennen imstande ist. Noch besser wäre es allerdings, wenn es möglich wäre, ein schmackhaftes Brod herzustellen, das weder Zucker noch Stärke enthält. Doch scheint dies nach unseren Erfahrungen undurchführbar zu sein. Man hat sich zwar vielfach bemüht, für den Gebrauch des Diabetikers sogenanntes Diabetiker-Brod und -Zwieback herzustellen, doch werden unsere späteren Untersuchungsresultate zeigen, dass alle jene Surrogate für Brod nicht zuckerfrei sind, und diejenigen, welche am wenigsten Zucker enthalten, wegen ihres wenig ansprechenden Geschmacks kaum längere Zeit von den Diabetikern genossen werden dürften. Um einen Anhalt dafür zu gewinnen, welche Backwaren man bei den Patienten, bei denen eine strikte Fleischdiät nicht unbedingt erforderlich ist und in welcher Menge erlauben darf, sind in folgendem die gebräuchlichsten Brodarten, Zwiebäcke,

Cakes und das sogenannte Diabetiker-Brod, aus verschiedenen Quellen bezogen, einer genauen quantitativen Zuckeruntersuchung unterworfen worden. Am meisten bisher beliebt war das sogenannte Grahambrod, welches früher allgemein als zuckerfrei galt; doch werden wir später sehen, dass auch dieses die Ansprüche, die an dasselbe gestellt wurden, nicht vollständig zu befriedigen vermag. Es wurden 13 verschiedene Backwaren, die im folgenden noch genau angeführt werden, auf ihren Zuckergehalt geprüft und im Anschluss daran noch verschiedene zur Brodfabrikation verwendeten Mehle, ausserdem das Nestle'sche und Rademann'sche Kindermehl. Auch wenn man von dem praktischen Wert dieser Untersuchungen für die Behandlung des Diabetes mellitus absieht, bieten dieselben an sich ein gewisses Interesse in Rücksicht auf die Ernährung des gesunden und kranken Menschen. Es möge gleich hier hervorgehoben werden, dass die Arbeit noch keine völlig abschliessende ist, da in derselben nur der Gehalt der Mehle und Backwaren an fertigen Zucker nicht aber an Stärke, die ja, wie schon früher erwähnt, im Körper gleichfalls in Zucker übergeht, bestimmt wurde. Den letzteren zu ermitteln, wird einer anderen Arbeit vorbehalten sein.

Untersucht wurden folgende Brodarten: Schwarzbrod, Weissbrod, Kipfbrod, Römisches Brod, Kommissbrod, Pumpernickel, Grahambrod, Stark'scher Zwieback, Theecakes, Diabetes-Mandelbrod, die Aleuronatbrode und zwar das Suppenbiscuit, das „Aleuronat ohne Zucker“ und das „Aleuronat mit Zucker“, von den Mehlsorten das Weizenmehl, Roggenmehl, Griesmehl, Gerstenmehl, das Rademann'sche und Nestle'sche Kindermehl. Die quantitative Bestimmung des Zuckers wurde mit dem von R. Fleischer angegebenen Apparat ausgeführt, welcher aus verschiedenen Gründen in leichterer und einfacherer Weise zu handhaben ist als der Polarisationsapparat, und der weiterhin viel sicherere Resultate gibt als die Titrierung mit Fehling'scher Lösung. Der genannte Zuckerapparat basiert auf dem Prinzip der Zersetzung des Zuckers durch Hefe, durch welche derselbe in Alkohol und Kohlensäure zerlegt wird. Nach zahlreichen Beobachtungen, welche bereits in der vergangenen Zeit mit Hilfe des Apparates, sowohl bei der quantitativen, wie bei der qualitativen Bestimmung des Zuckers im Urin und im Magensaft angestellt wurden, hat sich gezeigt,

dass derselbe vollkommen allen an ihn zu setzenden Ansprüchen genügt, und dass bei der Anwendung desselben noch ganz kleine Mengen (0,1—0,2 Prozent) bei Berücksichtigung der nötigen Kautelen nachgewiesen werden können.

Der Apparat besteht aus einem Glaszylinder, welcher oben und unten etwas verengt und an dem oberen Ende mit einem gut schliessenden Gummistopfen versehen ist. Der untere Teil des Zylinders ist durch eine an der inneren Wand eingeschmolzene Glasplatte von dem oberen Teil abgeschlossen und steht durch eine in die Glasplatte eingefügte kleine Röhre mit diesem in Verbindung. Parallel mit dem Hauptzylinder, aber aussen, verläuft ein vom unteren Teil des Zylinders ausgehendes kalibriertes grösseres Rohr mit einem Trichter. Der Nullpunkt an diesem Rohr ist unten. Bei der Zuckerbestimmung wird durch dieses Rohr soviel Quecksilber in den Apparat eingegossen, dass die Oberfläche des Quecksilbers in der kalibrierten Röhre dem Nullpunkt entspricht.

In den Glaszylinder wird die zu untersuchende Flüssigkeit und darauf 2 gr Presshefe in wässeriger Lösung gebracht. Um der Mühe der Bestimmung des jedesmaligen Barometerdrucks und des Temperaturstandes überhoben zu sein, stellt man neben dem eigentlichen Apparat unter denselben Bedingungen noch einen Kontrollapparat auf, in den man 1 ccm 1 % Zuckerlösung bringt und gleichfalls dieselbe Menge Hefe hinzufügt.

Die gebildete Kohlensäure steigt als Gas in den oberen Teil des Zylinders und übt einen Druck auf das Quecksilber aus. Entsprechend der gebildeten Kohlensäuremenge, die wiederum von dem Zuckergehalt der betreffenden Lösung abhängig ist, steigt das Quecksiber mehr oder weniger über den Nullpunkt hinaus. Durch Vergleichen des Quecksilberstandes in beiden Röhren bestimmt man leicht den Zuckergehalt der zu untersuchenden Flüssigkeit. Steht z. B. das Quecksilber im Apparat doppelt so hoch als im Kontrollapparat, in dem sich 1 ccm 1 % Zuckerlösung befindet, so enthält die Flüssigkeit 0,02 gr, also 2 % Zucker.

Vor der quantitativen Zuckerbestimmung wurde jedesmal die qualitative Untersuchung ausgeführt, und zwar wurden dabei die Trommer'sche, die Moore'sche, die Nylander'sche und die Gährungsprobe benutzt. Einige Gramm des Brodes wurden mit etwa 20 ccm

dest. Wasser versetzt und einige Stunden stehen gelassen. Dabei zeigte es sich, dass einzelne Brodsorten längere Zeit brauchten, um eine deutliche Zuckerreaktion zu geben als andere. Alle angeführten Proben ergaben aber bei allen Brodsorten eine deutliche positive Reaktion.

Die quantitative Zuckerbestimmung wurde in folgender Weise vorgenommen.

Eine bestimmte Menge der Brosams, etwa 40 oder 50 gr, wurden genau abgewogen und in den Brütofen gestellt, wo sie bei einer Temperatur von etwa 40 Grad 24 Stunden lang getrocknet wurden. Die Brodmenge ergab dann natürlich ein geringeres Gewicht. Während die eigentlichen Brodarten dabei immer ziemlich viel an Gewicht einbüssten, blieben sich die feineren Backwaren wie Zwieback, Cakes etc. in ihrem Gewicht so ziemlich gleich. So verloren z. B. 40 gr Grahambrod durch das Trocknen 15 gr an Gewicht, während 40 gr Zwieback nur 2 gr, 40 gr Cakes 1,7 gr und Aleuronat-Biscuit nur einige Decigr. einbüssten.

Von dem getrockneten Brod wurde dann eine bestimmte Menge, circa 5 gr, die auf ihren Zuckergehalt untersucht werden sollte, abgewogen und mit 20 gr dest. Wasser eingeweicht. Nach mehrstündigem Stehen wurde diese Lösung filtriert. Nun wurden nach und nach immer 10 ccm Wasser zugesetzt, filtriert und jedesmal das betreffende Filtrat vermittels der Trommer'schen Probe auf Zucker untersucht. Dies wurde solange fortgesetzt, bis das Filtrat keine Zuckerreaktion mehr zeigte. Dies war der Beweis dafür, dass das betreffende Brodquantum keinen Zucker mehr enthielt, sondern ihn vollständig an das Wasser abgegeben hatte. Das wässerige Filtrat enthielt somit dann allen Zucker der betreffenden Brodmenge. Von dieser Lösung wurde dann eine bestimmte Menge, etwa 10--20 ccm, in den Apparat gebracht und der quantitativen Zuckerbestimmung unterzogen. Nach 24stündiger Gährung konnte man durch Vergleichen mit dem Quecksilberstand im Kontrollapparat die Zuckermenge der betreffenden Lösung bestimmen und danach den Zuckergehalt des untersuchten Brodes berechnen.

Bei dieser Art der Untersuchung, die wir bei dem ersten Versuch vornahmen, entstand aber eine Fehlerquelle insofern, als

bei dem allmählichen Nachgiessen von Wasser durch die verschiedenen qualitativen Zuckerproben dem Filtrat eine gewisse Menge der Lösung entzogen wurde, die natürlich auch eine bestimmte Menge Zucker enthielt.

Um daher ein genaues Resultat zu erhalten, wurde noch ein zweites Quantum Brod von dem gleichen Gewicht benutzt, und zu diesem die gesamte Wassermenge nach und nach zugesetzt, die bei dem ersten nötig war, um keine Zuckerreaktion mehr nachweisen zu können. Diese vereinigten Filtrate des zweiten Brodquantums enthalten dann den gesamten Zucker, der in dem Brod vorhanden war. Dies Quantum wurde dann zur Zuckerbestimmung benutzt, nachdem man sich noch überzeugt hatte, dass der Filterrückstand keinen Zucker mehr enthielt.

Eine weitere kleine Fehlerquelle ergab sich aus dem Umstand, dass die Zuckermenge in den verschiedenen Teilen des Brodes schwankte. Um diesen Fehler möglichst zu beseitigen, wurden bei jeder Brodsorte 3 Versuche gemacht, und aus den Resultaten das Mittel gezogen. So wurden aus verschiedenen Gegenden des Brodes 3 Quantitäten, meist 2 gr, 5 gr, 10 gr, der Zuckerbestimmung unterzogen. Auf diese Weise wurde der mittlere Zuckergehalt des getrockneten Brodes berechnet.

Von praktischer Bedeutung für die Diätetik des Diabetikers ist es natürlich, den Zuckergehalt des nicht getrockneten Brodes zu bestimmen, sowie er es als Nahrung zu sich nimmt. Da nun das Gewichtsverhältnis des getrockneten und nicht getrockneten Brodes bekannt war, so war es leicht, aus den gefundenen Resultaten die Zuckermenge des Brodes in nicht getrocknetem Zustand festzustellen. Die Resultate wurden bei allen Versuchen auf 100 gr Brod berechnet.

Es wurden zunächst die eigentlichen Brodarten auf ihren Zuckergehalt geprüft, das Schwarzbrod, Weissbrod, das Erlanger Kipfbrod, in dem Roggen- und Weizenmehl enthalten ist, Römisch-Brod, Kommissbrod, Pumpernickel und das Grahambrod, vom hiesigen Kaufmann Scholl bezogen, das mit Vorliebe Diabatikern verordnet wird. Folgende Tabelle zeigt den durchschnittlichen Zuckergehalt dieser Brode, auf 100 gr berechnet.

	Zucker
Kommissbrod	1,758 gr
Grahambrod	1,805 gr
Schwarzbrod	2,51 gr
Weissbrod	2,538 gr
Römisches Brod	3,224 gr
Erlanger Kipfbrod	3,696 gr
Pumpernickel	13,559 gr.

Wie aus dieser Tabelle ersichtlich ist, enthalten das Grahambrod und Kommissbrod die geringste Zuckermenge. Da das Kommissbrod wegen seiner schweren Verdaulichkeit als Nahrung für Patienten ungeeignet ist, so wird man mit Recht den Diabetikern das Grahambrod verordnen, das auch einen ganz angenehmen Geschmack besitzt.

Darauf wurden die feineren Backwaren, der Stark'sche Zwieback und Theecakes und ausserdem die Präparate untersucht, die als „zuckerfreie Diabetes-Brode“ von den Konditoren angepriesen werden. Zunächst das Diabetes-Mandelbrod, bezogen vom Konditor Hugo Steinkopf in Rudolstadt. Dasselbe besteht aus Mandeln, Eiern, frischem weissen Käse, Butter und einer Wenigkeit Kochsalz.

Dann das Aleuronat-Gebäck, von Konditor Merklein in Nürnberg, aus dem 3 verschiedene Arten gefertigt werden.

Das Suppenbiscuit wird vorzugsweise mit kochender Fleischbrühe übergossen und so als Suppe genossen. Die Masse besteht nach der Beschreibung des Konditors vorzugsweise aus Weizenmehl, Aleuronat, Butter, Eiern, Fleischextrakt, dem nötigen Salz und Gewürz. Die Masse enthält circa 25 % Aleuronatmehl.

„Aleuronat-Cakes ohne Zucker“. Hauptbestandteile desselben sind Weizenmehl, Aleuronatmehl (40%), ferner ein kleines Quantum Eidotter und Butter. Dies Gebäck wird meist als Beilage zu Thee und dergleichen empfohlen.

„Aleuronat-Cakes mit Zucker“. Dies Gebäck hat die gleiche Zusammensetzung wie die vorige Masse, nur sind circa 10% Zucker hineingegeben. Dies Gepäck wird gern zu Wein genommen. Die letzten 4 „Diabetes-Brode“ haben dem Geschmack nach

den Charakter des Brodes ganz verloren. Während das Mandelbrod einen ziemlich angenehmen, kuchenartigen Geschmack besitzt, haben die Aleuronat-Präparate einen faden, unbestimmten Geschmack, der wohl auf längere Zeit dem Diabetiker nicht behagen dürfte.

Folgende Tabelle zeigt den Zuckergehalt der feineren Backwaren, auf 100 gr berechnet.

	Zucker
Stark'scher Zwieback	9,5 gr
Aleuronat mit Zucker	9,24 gr
Thee-Cakes	4,532 gr
Aleuronat ohne Zucker	2,31 gr
Suppenbiscuit	1,97 gr
Diabetes-Mandelbrod	1,494 gr.

Die Aleuronat-Präparate waren schon in trocknem Zustand und brauchten nicht erst für die Untersuchung getrocknet zu werden. Wie aus den voranstehenden Tabellen hervorgeht, sind 13 verschiedene Brodsorten untersucht worden, und bei allen wurde eine bestimmte Zuckermenge festgestellt, die jedoch innerhalb sehr weiter Grenzen schwankt. — Da bei scharfem Backen durch die Hitze ein Teil der Stärke des Mehles dextrinisiert wird, so ist die Rinde zuckerreicher als die tiefer gelegenen Teile des Gebäcks. Um nun festzustellen, um wieviel der Zuckergehalt der Rinde denjenigen der übrigen Teile übertrifft, wurde noch eine besondere quantitative Zuckerbestimmung der Rinde einzelner Brodarten angestellt. Leider lassen sich die Resultate schwer mit einander vergleichen, weil die Rinde viel trockner als das übrige Brod ist, selbst im (bei 40°) getrockneten Zustand.

Zur Untersuchung der Rinde eigneten sich von den 13 Brodsorten nur 5, das Schwarzbrod, Kipfbrod, Römisches Brod, Kommissbrod und das Grahambrod. Das Weissbrod besitzt eine sehr feine blättrige und mit dem Brosam fest zusammenhängende Rinde, die deshalb nicht gut zur Untersuchung verwendet werden kann, und die übrigen Brod- und Backwaren besitzen gar keine Rinde.

Die Brodrinde wurde zum Zweck der Untersuchung mit dem Reibeisen zerrieben und mit dem Mörser fein zerstossen. Die-

selbe wurde dann mit dest. Wasser versetzt und einige Stunden stehen gelassen. Auch hier ergaben bei der qualitativen Untersuchung die 4 oben genannten Proben bei allen Rinden eine deutliche Zuckerreaktion. Das Trocknen im Brütofen war nicht notwendig, da die Rinde an und für sich ganz trocken ist.

Die quantitative Untersuchung wurde hier in derselben Weise wie bei dem Brosam vorgenommen. Auch hier wurden von jeder Rinde 3 verschiedene Quantitäten aus verschiedenen Gegenden des Brodes zur Untersuchung verwendet, und dann die Durchschnittszahl genommen. Folgende Tabelle zeigt den Zuckergehalt der Rinde, ebenfalls auf 100 gr berechnet.

			Zucker
Rinde	von	Kipfbrod	1,879 gr
„	„	Schwarzbrod	2,39 gr
„	„	Römischbrod	2,48 gr
„	„	Grahambrod	3,821 gr
„	„	Kommissbrod	4,42 gr.

Zum Schluss wurden noch die gebräuchlichsten Mehle, aus denen die verschiedenen Brodsorten bereitet werden, untersucht; das Weizenmehl, Roggenmehl, Griesmehl, Gerstenmehl, ausserdem der Vollständigkeit halber das Nestle'sche Kindermehl, das sehr süss schmeckt, und dem offenbar eine grosse Menge Zucker zugesetzt ist, und ferner das Rademann'sche Kindermehl, das einen angenehmen, zwiebackähnlichen Geschmack hat.

Die qualitative Untersuchung wurde ebenso wie bei den Broden mit den gewöhnlichen Proben vorgenommen und ergab bei allen Mehlarten eine deutliche Zuckerreaktion.

Die quantitative Zuckerbestimmung konnte hier nicht in derselben Weise wie bei den Broden vorgenommen werden, da das in Wasser aufgeweichte Mehl einen Kleister giebt, der bei der Filtration durch das Filter fast vollständig mit hindurchgeht. Es wurde daher das zu untersuchende Mehlquantum selbst in den Apparat gethan und entsprechend mehr Wasser zugesetzt. Es mussten natürlich hierbei viel kleinere Quantitäten zur Untersuchung verwandt werden als bei dem Brod oder der Rinde. Es wurden auch hier bei jedem Mehl 3 Versuche angestellt und aus

den Resultaten das Mittel gezogen. Eine Trocknung der Mehle im Brütofen war nicht notwendig. Folgende Tabelle zeigt den Zuckergehalt der Mehle, auf 100 gr berechnet.

	Zucker
Roggenmehl	1,885 gr
Griesmehl	2,5 gr
Weizenmehl	3,82 gr
Gerstenmehl	5,45 gr
Rademann's Kindermehl	19,4 gr
Nestle'sches Kindermehl	32,6 gr.

Aus den zahlreichen quantitativen Zuckerbestimmungen, die in den Tabellen übersichtlich angeordnet sind, ergiebt sich, dass für den Diabetiker von den gewöhnlich genossenen Brodarten wegen seines relativen geringen Zuckergehalts am meisten das Kommissbrod, welches 1,76 % Zucker enthält, geeignet ist. Noch mehr zu empfehlen wegen seiner leichteren Verdaulichkeit ist das Grahambrod, dessen Zuckergehalt denjenigen des Kommissbrodes nur um 0,1 % übertrifft. Demnächst kommen Graubrod (auch Schwarzbrod genannt) mit 2,51 % und Weissbrod mit 2,54 %.

Etwas reicher an Zucker ist das Römisch-Brod, welches 3,22 % und das Kipfbrod, welches 3,7 % Zucker enthält. Am wenigsten empfehlenswert für den Diabetiker, um so wertvoller aber wegen seines grossen Nährgehaltes für den Gesunden, ist der Pumpernickel, welcher fast das achtfache an Zucker enthält als das Grahambrod und Kommissbrod, wahrscheinlich wegen des ziemlich reichlichen Zusatzes von Honig. Von den für den Diabetiker extra bereiteten Backwaren eignet sich am besten das Diabetes-Mandelbrod mit 1,5 %, welches somit ungefähr dem Grahambrod gleich steht, ferner das Suppenbiscuit mit 1,17 % und das Aleuronat ohne Zucker mit 2,31 %. Dagegen erhalten die Theecakes erheblich über die doppelte Menge an Zucker wie die vorher genannten Backwaren, nämlich 4,5 %, während der Stark'sche Zwieback und das „Aleuronat mit Zucker“ fast das Siebenfache an Zucker enthalten, im Vergleich mit dem Diabetes-Mandelbrod, nämlich 9,24 und 9,5 %.

Unter den untersuchten Mehlarten besitzt das Roggenmehl,

aus dem ja hauptsächlich das Grahambrod dargestellt wird, den geringsten Zuckergehalt, nämlich 1,88 %, das Griesmehl ein wenig mehr 2,5 %, dagegen das Weizenmehl mehr als doppelt so viel Zucker als das Roggenmehl, nämlich 3,82 %. Sehr reich an Zucker und daher hauptsächlich für gesunde Kinder zu empfehlen, dagegen bei Diabetikern zu verbieten, ist das Rademann'sche Kindermehl mit 19,4 und das Nestle'sche Kindermehl mit 32,6 % Zucker.

Über die Beziehungen zwischen der Ventilation und dem Kohlensäuregehalt der Luft geschlossener Räume.

Von Reinhold Hübner[1]).

Aus dem physiologischen Institut zu Erlangen.

Nach dem Vorschlage von v. Pettenkofer gilt in der praktischen Hygiene der Kohlensäuregehalt der Luft als Maßstab für ihre Verunreinigung. Kohlensäurebestimmungen bilden daher die wichtigste Grundlage für die hygienische Beurteilung der Luft

In der Luft im Freien ist der CO_2-gehalt ein ziemlich konstanter, so verschieden und wechselnd auch die Quellen für die CO_2 sein mögen. Er beträgt nach den Angaben von Renk[2]) auf freiem Felde rund 0,3 Volumpromille, während die Luft der Städte durchschnittlich um 0,067 ‰ CO_2-reicher ist.

---

1) Vorliegende Arbeit ist die nachgelassene Inauguraldissertation des im Juli 1894 in Erlangen verstorbenen approbierten Arztes Reinhold Hübner aus Oberläutersdorf, Sächs. Oberlausitz.

Der Verfasser hatte zu Beginn vorigen Jahres das medizinische Staatsexamen bestanden und war im Begriff, auf Grund einer im hiesigen physiologischen Institut ausgeführten Experimentaluntersuchung zu promovieren. Zwei Tage vor dem Termin des Rigorosums verunglückte er beim Baden in der Regnitz.

Da R. Hübner seine Dissertation der physikalisch-medizinischen Societät vorzulegen beabsichtigte, so hat die Gesellschaft gern Anlaß genommen, die Arbeit des Verstorbenen in ihren Berichten zu publizieren.

Die Durchsicht des Manuskriptes und die Korrektur der Druckbogen hat Herr O. Schulz übernommen. An dem Text ist wenig geändert worden; dagegen sind die dem Manuskript beigegebenen sehr umfangreichen Tabellen, welche die analytischen Daten sämtlicher Versuche enthalten, ganz fortgeblieben.

2) Fr. Renk, Luft. v. Ziemssen's und v. Pettenkofer's Handb. d. Hygiene I, 2, 2. Hälfte, S. 28.

Nach Uffelmann[1]) schwanken die Angaben über den CO_2-gehalt bei den verschiedenen Autoren zwischen 0,266 ‰ und 0,415 ‰. Uffelmann erklärt diese Differenz allein aus dem Umstande, dass nicht immer gleiche Methoden zur Untersuchung angewandt wurden, und dass die meisten derselben Fehlerquellen haben, welche erst durch lange, ausdauernde Übung auf ein bestimmtes, niederes Maß einzuschränken sind.

Uffelmann[2]) selbst fand bei seinen Untersuchungen den CO_2-gehalt in „völlig freier" Luft im Durchschnitt zu 0,318 ‰, das Minimum war 0,279 ‰, das Maximum 0,366 ‰. Er fand ferner die Luft auf dem Hofe der Universität Rostock 0,033 ‰ reicher an CO_2 als die auf freiem Felde.

Nach Blochmann[3]) beträgt der Unterschied im CO_2-gehalt zwischen der Luft im Freien und der in Städten 0,02—0,03 ‰.

Anders verhält es sich mit dem CO_2-gehalte der Luft geschlossener Räume. Dieser unterliegt sehr großen Schwankungen, die von den verschiedensten Faktoren abhängig sein können, von denen aber in hygienischer Beziehung ohne Zweifel zwei die wichtigsten sind: die Zunahme der CO_2 durch die Anwesenheit von Menschen und durch das Brennen von Leucht- oder Heizflammen.

Wie der CO_2-gehalt der Luft durch die Anwesenheit von Menschen in einem bestimmten Raume verändert wird, darüber liegen sehr zahlreiche Untersuchungen vor.

Bahring[4]) fand in den Klassen des Gymnasiums zu Celle die CO_2 zu 20—50 : 10000, v. Pettenkofer[5]) in dem von 70 Schülerinnen besetzten, 10000 Kubikfuß enthaltenden Zimmer einer Münchner Schule die CO_2 nach zweistündigem Unterricht zu 72 : 10000, Breiting[6]) in Basel

vor dem Unterricht	22,1 : 10000
vor der großen Pause	68,7 : 10000
nach der großen Pause	62,3 : 10000
nach dem Morgenunterricht	81,1 : 10000

1) Uffelmann, Arch. f. Hygiene Bd. VIII, S. 281.
2) Uffelmann, Arch. für Hygiene Bd. VIII, S. 283.
3) Blochmann, Liebig's Annalen Bd. 237.
4) Bahring, nach Varrentrapp, Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdhtspfl. Bd. I, S. 482.
5) v. Pettenkofer, Pappenheim's Monatsschr. 1872, II.
6) Breiting, Vierteljahrsschr. f. öff. Gesdhtspfl. 1870, 1.

vor dem Nachmittagsunterricht	55,2 : 10000
nach dem Nachmittagsunterricht	93,6 : 10000
am Nachmittag im entleerten Zimmer	57,8 : 10000.

Uffelmann[1]) fand in der Luft seines Schlafzimmers abends 0,421 ‰ CO_2, morgens, nachdem eine Person in demselben geschlafen, 0,723 ‰, nachdem drei Personen in demselben geschlafen, 1,122 ‰ und ein anderes Mal 1,096 ‰ CO_2.

Über die durch Brennen von Flammen bewirkte Zunahme der CO_2 der Luft in geschlossenen Räumen liegen nur spärliche Angaben vor.

Nach Zoch[2]) bewirkte ein 48 Minuten langes Brennen einer Gasflamme in einem bestimmten Raume bei dem Gasverbrauch von 4 Kubikfuß eine CO_2-zunahme, die doppelt soviel betrug wie der Normalgehalt der atmosphärischen Luft an CO_2; beim Brennen einer Petroleumlampe in demselben Raum war die CO_2-produktion beträchtlich geringer, die niedrigsten Zahlen für die CO_2 lieferte die Oelbeleuchtung.

Zu wesentlich anderen Resultaten kam Cramer[3]). Nach ihm ist die CO_2-produktion je nach dem verwendeten Material eine höchst ungleiche, beim Petroleum verhältnismäßig am höchsten, geringer bei Paraffin, Talg und Stearin und am niedrigsten beim Leuchtgas.

In welcher Weise die CO_2-produktion einer in einem bestimmten Raume brennenden Flamme von der Ventilation dieses Raumes abhängig ist, darüber hat meines Wissens nur Emmerich gearbeitet; leider war es mir nicht möglich, seine diesbezügliche Arbeit im Original einzusehen.

Die nachfolgende Untersuchung, die auf Anregung und unter Leitung des Herrn Dr. O. Schulz durchgeführt wurde, hat nun gleichfalls versucht, die Abhängigkeit der CO_2-produktion einer in einem bestimmten Raume brennenden Flamme von der Ventilation auf analytischem Wege zu ermitteln. Da die Größe der natürlichen Ventilation genau kaum festzustellen ist, so habe ich, um diese ganz auszuschließen, zu meinen Versuchen einen Kasten benutzt, dessen Wände für Luft undurchgängig waren.

---

1) Uffelmann, Arch. für Hygiene Bd. VIII, S. 334.
2) Branislav Zoch, Zeitschr. f. Biologie Bd. III, S. 122.
3) Ed. Cramer, Arch. f. Hygiene Bd. X, S. 315.



Die Versuche wurden nach folgender Methode ausgeführt.

Der bei den ersten 68 Versuchen benutzte Kasten, der auch früher schon im hiesigen physiologischen Institute wiederholt ähnlichen Zwecken gedient hat, ist 85 cm lang, 21 cm breit und 35 cm hoch, hat also einen Inhalt von 62,5 l. Er ruht beweglich auf einem durch Schrauben luftdicht anzupressenden Boden. Das Gerippe des Kastens besteht aus Messingguss, die Schmalseiten ebenfalls, Langseiten und Decke aus Glasscheiben, die luftdicht in den Metallrahmen eingekittet sind. Der Ventilationsstrom trat am untern Ende der einen Schmalseite durch einen Rohransatz ein und wurde durch einen in die gegenüberliegende Wand nahe ihrem obern Rande eingesetzten Schlauchstutzen abgeleitet.

Bei den späteren Versuchen kam ein neuer Kasten in Anwendung, der für solche experimentelle Aufgaben geeigneter erschien. Dieser Kasten hat eine quadratische Grundfläche von 32 cm Seitenlänge und ist 40 cm hoch, hat also einen Rauminhalt von rund 41 l. Zwei seiner Wände bestehen aus Zinkblech, zwei aus Glasscheiben, die in Blechfalze eingekittet sind; seine Decke besteht ebenfalls aus Zinkblech. In die zwei Zinkblechwände sind je drei in der vertikalen Mittellinie der Wände liegende Rohrstutzen eingesetzt; die Decke trägt in ihrer Mitte gleichfalls einen Rohransatz. Die vier Wände sind an ihrer Basis von einem 2 cm breiten Zinkblechrande umgeben. Dieser Kasten ruht auf einem in seiner Mitte durchbohrten, starken Brett aus Eichenholz und kann mittelst Schrauben und eines eisernen Rahmens luftdicht an das Brett angedrückt werden.

Als CO_2-quelle diente in den ersten fünf Versuchen die Flamme einer Nachtkerze. Es zeigte sich jedoch sehr bald, dass solche Kerzen für meine Zwecke vollständig ungeeignet waren, einmal, weil ihre Flamme sehr niedrig und lichtschwach brannte und durch jede geringe Erschütterung oder plötzliche Verstärkung der Ventilation zum Verlöschen gebracht wurde, dann aber besonders, weil die Flamme keine gleichmäßige war und blieb, sondern, ohne dass eine Ursache hiefür wahrzunehmen gewesen wäre, bald höher, bald niedriger brannte.

In einer zweiten Versuchsreihe, Versuch 6—35 umfassend, arbeitete ich mit der von v. Hefner-Alteneck konstruierten Amylacetatlampe. Diese bewährte sich eine Zeit lang sehr gut, musste aber späterhin aufgegeben werden, weil die Schraubenvor-

richtung nicht funktionierte und so eine genaue Einstellung der Flamme unmöglich war.

Bei sämtlichen folgenden Versuchen wurde ein Gasbrenner benützt, der, ähnlich einer mikrochemischen Lampe, eine schmale, aber hohe Flamme lieferte. Das dem Brenner zugeführte Leuchtgas wurde durch eine von S. Elster, Berlin, gelieferte, sehr genau funktionierende Gasuhr gemessen und in zwei Türmen, von denen der eine mit trockenen Bimssteinstücken, der andere mit Chlorcalcium gefüllt war, getrocknet. Über die Schwierigkeiten, die sich bei der Benutzung des Gaslichtes herausstellten, will ich an einer anderen Stelle sprechen.

Aus dem oben beschriebenen Kasten gelangte die Luft durch eine Rohrleitung zu einem Erlenmeyer'schen Kolben, in welchem mittelst eines T-Rohres eine Teilung des Gesamtluftstromes stattfand. Der größere Teil desselben wurde, um gemessen zu werden, durch eine Gasuhr geleitet und gelangte von da zu einem Erlenmeyer'schen Kolben, der seinerseits direkt mit einer Körting'schen Wasserstrahlpumpe in Verbindung stand.

Der kleinere Teil des Luftstromes wurde durch zwei Erlenmeyer'sche Kolben, die mit einer Lösung von Baryumhydroxyd bis etwa zur Hälfte gefüllt waren, und von da durch zwei mit derselben Flüssigkeit gefüllte Pettenkofer'sche Röhren geleitet. Sodann passierte die Luft eine ebenfalls mit Barytwasser gefüllte und zur Kontrolle dienende sogenannte Indikatorflasche und trat schließlich in einen 24—25 l fassenden, auf hoher Wandkonsole ruhenden Ballon, welcher als Heberflasche diente. Zwischen Indikator- und Heberflasche war ein Hg-Manometer eingeschaltet zur Messung des Druckes der von der Heberflasche aspirierten Luft.

Zu Beginn eines jeden Versuches wurden Wasserpumpe und Heberflasche in Gang gesetzt. Aus letzterer lief das Wasser in eine kalibrierte Flasche, und der Versuch wurde so lange fortgeführt, bis die Flasche bis zu einer bestimmten Marke mit Wasser gefüllt war. Dies Volum war fast immer, wenigstens für eine größere Anzahl von Versuchen, eine konstante Grösse, die ich in den Tabellen mit V_h d. h. Heberventilation bezeichnet habe. Sowohl am Anfang wie am Ende jedes Versuches wurde der Stand der in den Hauptstrom der Ventilation eingeschalteten Gasuhr abgelesen; die Differenz bezeichnete die durch dieselbe geleitete Luft;

diese Größe habe ich mit V_p d. h. Pumpenventilation bezeichnet. Die aus dem Kasten abgesaugte Gesamtluft V_s setzt sich zusammen aus $V_h + V_p$.

Die analytische Bestimmung der CO_2 geschah nach der v. Pettenkofer'schen Methode. Die Luft des Teilstromes V_h passierte, wie schon erwähnt, 2 Erlenmeyer'sche Kolben und 2 Pettenkofer'sche Röhren, die zusammen mit 800 ccm Barytwasser gefüllt waren, und gab hierbei die CO_2 an das Baryumhydroxyd ab. Zum Beweise, dass wirklich sämtliche CO_2 von der Barytlösung absorbiert wurde, diente die hinter den Pettenkofer'schen Röhren eingeschaltete, ebenfalls mit Barytwasser gefüllte Indikatorflasche, welche am Ende eines jeden Versuches keine Trübung zeigen durfte. Die Absorptionsgefäße boten der Heberventilation einen so beträchtlichen Widerstand, dass am Ende eines jeden Versuches im Heberballon ein Unterdruck von 20—150 mm Hg herrschte. Die Größe des negativen Druckes war hauptsächlich von der Geschwindigkeit abhängig, mit der die Luft durch die Absorptionsgefäße geleitet wurde. Geschah dies z. B. sehr rasch, und waren die an den Pettenkofer'schen Röhren befindlichen Schraubenquetschhähne stark zugeschraubt, während die am Abflussrohr des Heberballons angebrachte Klemmschraube ganz entfernt war, so herrschte ein sehr hoher (ca. 150 mm Hg) Unterdruck. Die Druckerniedrigung wurde gleich nach Schluss jedes Versuches an dem hinter der Indicatorflasche eingeschalteten Hg-Manometer abgelesen.

Während der ersten Versuche war auch in die Pumpenventilation, d. i. in den durch die Gasuhr gehenden Strom V_p ein Hg-Manometer eingeschaltet zur Messung des Druckes in diesem Teilstrom. Hier war jedoch der Unterdruck so unbedeutend (meist nur 1 mm Hg) und dabei so konstant, dass er bei der Berechnung der Versuche keine Berücksichtigung gefunden hat.

Die Berechnung ist folgendermaßen ausgeführt worden.

Zunächst wurden die Werte von V_p und V_h auf 0° und 760 mm Hg-Druck reduziert. Als Temperatur der Ventilationsluft galt die Zimmertemperatur, als Druck von V_p der in dem auf hiesigem Marktplatze befindlichen Wetterhäuschen abgelesene und auf 0° reduzierte Barometerstand; als Druck von V_h dieser Barometerstand, vermindert um den am eingeschalteten Manometer abgelesenen Unterdruck. Die reduzierten Werte von V_p und V_h

sind in den Berechnungen mit V_p und V_{h_0} bezeichnet, $V_{h_0} + V_p$ mit V_{s_0}.

Da die CO_2 nur für das Volum der Heberventilation bestimmt wurde, so musste aus dem analytisch gefundenen CO_2-gehalte von V_{h_0} der CO_2-gehalt von V_{s_0} berechnet werden. Die Ausführung dieser Berechnung sei an den in Versuch 1 gefundenen Werten erläutert: $V_{h_0} = 19{,}28$ l, $V_{p_0} = 239{,}46$ l; hieraus folgt $V_{s_0} = 258{,}74$ l.

In 19,28 l sind auf Grund der titrimetrischen Analyse der Barytfüllung 32 Centigr. CO_2 enthalten, in der Gesamtventilation mithin $32 \cdot \frac{258{,}74}{19{,}28} = 32 \cdot \frac{V_{s_0}}{V_{h_0}}$ Centigr. CO_2.

Um die Gesamtkohlensäuremenge zu finden, muss man also den analytisch gefundenen Wert für die CO_2 der durch die Heberventilation abgesaugten Luft mit $\frac{V_{s_0}}{V_{h_0}}$ multiplicieren. Diesen Bruch $\frac{V_{s_0}}{V}$ habe ich mit f (V) d. h. Ventilationsfaktor bezeichnet.

Die dem Versuchsraume zugeleitete Zimmerluft wurde nicht von CO_2 befreit; ihr CO_2-Gehalt ist in der Voraussetzung, dass er keinen wesentlichen Schwankungen unterworfen sei, bei der Berechnung ganz unberücksichtigt geblieben.

Die von der Barytlösung absorbierte CO_2 wurde auf titrimetrischem Wege bestimmt. Um den aus der Veränderlichkeit der Oxalsäurelösungen möglicher Weise entspringenden Fehlern ganz zu entgehen, benutzte ich zur Titration verdünnte Schwefelsäure. Die Säure enthielt genau 22,2727 g H_2SO_4 im Liter; 1 ccm dieser Lösung entspricht 1 Centigr. CO_2. Es wurden jedesmal 100 ccm Barytlösung titriert. Als Indikator verwendete ich $^1/_2$ % alkoholische Rosolsäurelösung. Von dieser wurden jedesmal 12 Tropfen den zu titrierenden 100 ccm Barytwasser zugesetzt.

Für die Titration von Barytwasser, das zur Absorption von CO_2 gedient hat, gilt bekanntlich die Vorschrift, dass man den Niederschlag von Baryumkarbonat sich gut absetzen lassen und dann aus der klaren Flüssigkeit die für jede einzelne titrimetrische Bestimmung erforderliche Probe mit der Pipette entnehmen soll. Ich habe es aber vorgezogen, den Karbonatniederschlag durch Filtrieren abzutrennen, nachdem ich die Erfahrung gemacht hatte, dass eine nachweisbare Abschwächung des Barytwassers bei sorgsamer Filtration nicht eintritt. Das Filter muss

nur gut bedeckt gehalten werden; der Trichter sei so groß, dass häufiges Nachgießen nicht notwendig ist, und das Trichterrohr so lang, dass es den Boden des Kolbens, in welchen man filtriert, fast berührt. Die Einwirkung der CO_2 der Zimmerluft ist alsdann ohne Belang.

Zur Erläuterung der weiteren Berechnung möge die Fortsetzung der Ausrechnung von Versuch 1 dienen. Hier betrug

der Anfangstiter für 100 ccm Barytwasser 34,3,
„ Endtiter „ „ „ „ 30,3,
die Titerdifferenz (mit d bezeichnet) 4,0,
die Gesamttiterdifferenz (= D) für 800 ccm 8 . 4 = 32 ccm Schwefelsäure.

Der Ventilationsfaktor ist 13,42; folglich ist die Gesamtkohlensäuremenge

$$32 \cdot 13{,}42 \text{ Centigr.} = 4{,}2944 \text{ g.}$$

Hieraus wurde der Prozentgehalt der Ventilationsluft an CO_2 auf folgende Weise ermittelt:

1 l CO_2 wiegt bei 0° und 760 mm Hg-Druck 1,96664 g,

1 g CO_2 entspricht also $\frac{1}{1{,}96664}$ l CO_2,

4,2944 g CO_2 entsprechen $\frac{4{,}2944}{1{,}96664} = 2{,}1837$ l CO_2.

Diese 2,1837 l CO_2 waren enthalten in der gesamten Ventilationsluft, d. h. in 258,74 l Luft. Hieraus ergibt sich also, wenn x den Prozentgehalt der Ventilationsluft an CO_2 bezeichnet, die Gleichung:

$$2{,}1837 : 258{,}74 = x : 100, \text{ folglich}$$

$$x = \frac{2{,}1837 \cdot 100}{258{,}74} = 0{,}84396\ \%\ CO_2.$$

An dieser Stelle möchte ich noch mit einigen Worten einer Schwierigkeit gedenken, welche sich bei der Anwendung des Gaslichtes herausstellte. Diese Schwierigkeit bestand in den außerordentlich großen Schwankungen des Gasverbrauchs. Ohne dass irgend eine Änderung an der Stellung der Gashähne vorgenommen und ohne dass eine Änderung an der Grösse der Flamme wahrnehmbar wurde, betrug der Unterschied im Gasverbrauch, auf eine Minute berechnet, bis zu 40 ccm Gas bei einem mittleren Verbrauch von 160 ccm. Es wurde zunächst untersucht, ob die Schwankungen vielleicht durch eine Flamme von bestimmter

Größe hervorgerufen würden, und zur Entscheidung darüber wurden die verschiedensten Flammen, von den kleinsten bis zu den größten, durchprobiert, doch bei keiner schwand die Unregelmäßigkeit. Um diese endgültig zu beseitigen, schaltete ich dann einen Moitessier'schen Gasdruckregulator mit Glyzerinfüllung zwischen Gashahn und Elster'scher Uhr ein. Die Schwankungen wurden hierdurch beträchtlich geringer, sie betrugen im Durchschnitt etwa nur noch 5 ccm in der Minute, ganz verschwunden sind sie aber niemals.

Cramer[1]) machte bei seinen Versuchen ganz dieselbe Erfahrung; auch ihm gelang es nicht, nach Einschaltung des Moitessier'schen Druckregulators die Schwankungen im Gasverbrauch ganz zu vermeiden, gewisse Ungleichheiten bestanden fort, die jedoch im Vergleich zu den früher beobachteten unbedeutend waren. Cramer erklärt dieses Verhalten aus dem Wechsel des Gasdruckes in den Zuleitungsröhren aus der Gasanstalt. Nach den Beobachtungen, die ich im Laufe dieser Arbeit gemacht habe, reicht diese Erklärung allein nicht aus. Der Gasdruck schwankt in Erlangen zwischen 18—35 mm Wasser. Ich habe wiederholt den Gasdruck in der Rohrleitung während mehrerer Stunden verfolgt und von Zeit zu Zeit an der Gasuhr die verbrauchte Gasmenge abgelesen und habe auch dann noch nicht ganz unbeträchtliche Schwankungen im Gasverbrauch gefunden, wenn ein Schwanken des Gasdruckes am Wassermanometer nicht wahrnehmbar war.

Die fünf ersten, mit Nachtkerzen angestellten Versuche können aus den oben angeführten Gründen nur als Vorarbeit betrachtet werden; irgend welche Schlüsse lassen sich aus ihnen nicht ziehen.

Für die weiteren Versuche war zunächst die Entscheidung der Frage von größter Wichtigkeit, nach wie langer Zeit die Zusammensetzung der aus dem Kasten abgesaugten Luft eine gleichmäßige würde. Bei Beginn eines jeden Versuches ist die Zusammensetzung der abgesaugten Luft derjenigen der Zimmerluft gleich. Allmählich beginnt ihr CO_2-gehalt zu steigen und erreicht nach einer bestimmten Zeit ein Maximum. Ist dieses Maximum einmal erreicht, dann tritt ein Gleichgewichtszustand

1) Ed. Cramer, Arch. f. Hygiene Bd. X, S. 307.

ein, es wird nunmehr von der Flamme in der Zeiteinheit ebenso viel CO_2 gebildet, als durch die Ventilationsluft weggeführt wird. Bei der ersten Reihe der diesbezüglichen Versuche wurde als CO_2-quelle die Flamme der Amylacetatlampe benützt, im zweiten Teil eine Gasflamme.

Um die gefundenen Resultate übersichtlich zu machen, stelle ich die zur Lösung dieser Frage angestellten Versuche in der folgenden Tabelle I zusammen.

Die Ausführung dieser Versuche war derart, dass in den unter 1—8 aufgeführten eine Stunde lang allein durch die Pumpenventilation ventiliert und dann erst die Heberventilation in Gang gesetzt wurde. Gleichzeitig mit dem Ingangsetzen der Heberventilation, also in dem Augenblick, wo die CO_2-absorption in den Barytgefäßen begann, wurde, damit die Größe der Gesamtventilation sich nicht änderte, die Pumpenventilation um soviel erniedrigt, als die Heberventilation betrug; das war bei diesen Versuchen ungefähr 25 l. Bestimmt wurde also die von der Flamme während der zweiten Brennstunde gelieferte CO_2.

In den unter 9—22 in der Tabelle I aufgeführten Versuchen, bei denen es mir darauf ankam, mehrere CO_2-bestimmungen rasch an einander anzuschließen, blieb die Pumpenventilation 4 bis 8 Stunden in Gang, in der ersten Stunde immer allein, in den folgenden Stunden für die Dauer der messenden Versuche zusammen mit der Heberventilation. Während die Wasserstrahlpumpe die Ventilation besorgte, bereitete ich die Kette von Apparaten für die CO_2-bestimmung so vor, dass ich im gegebenen Augenblick nur einen Quetschhahn zu lösen brauchte, um die Heberventilation im Gang zu setzen. War V_h etwa eine Stunde im Gang gewesen, so brach ich den messenden Versuch durch Anlegung des Quetschhahns ab, entleerte rasch die Erlenmeyer'schen Kolben und Pettenkofer'schen Röhren, füllte sie wieder mit frischer Barytlösung und schloss nun so bald als möglich einen zweiten messenden Versuch an. Die vier Versuche 19—22 habe ich in dieser Weise innerhalb 8 Stunden ausgeführt. Wie aus dem Obengesagten schon hervorgeht, habe ich jedesmal beim Freigeben der Heberventilation die Pumpenventilation entsprechend abgeschwächt und umgekehrt beim Abschließen der Heberventilation, also in den Pausen zwischen den auf einander folgenden messenden Versuchen, die Pumpenventilation wieder auf ihre ursprüngliche Größe ein-

Tabelle I.

No. der Reihe	Fortl. No.	CO_2-Quelle	Ventilation in der Stunde	% CO_2 in der Ventilationsluft	Beginn der V_p.	Zeit der Einschaltung d. V_h	Dauer der Versuche	Bemerkungen
1	18	Amylacetatlampe	166,5 l	2,4677	4 U. 22 M.	5 U. 22 M.	66. Min. 2. Brennstunde	
2	20	„	161,8 „	2,5028	4 „ 7 „	5 „ 7 „	66 Min. 2. Brennstunde	
3	22	„	171,7 „	2,4363	7 „ 27 „	8 „ 27 „	66 Min. 2. Brennstunde	
4	23	„	170,1 „	2,425	3 „ 17 „	4 „ 17 „	62 Min. 2. Brennstunde	
5	26	„	165,8 „	2,5056	10 „ 45 „	11 „ 45 „	61 Min. 2. Brennstunde	
6	27	„	170,4 „	2,508	5 „ 48 „	6 „ 58 „	66 Min. 2. Brennstunde	
7	29	„	172,9 „	2,5073	2 „ 45 „	3 „ 45 „	78 Min. 2. u. 3. Brennst.	
8	31	„	178,5 „	2,4409	9 „ 50 „	10 „ 50 „	60 Min. 2. Brennstunde	
9	20	„	161,8 „	2,5028	4 „ 7 „	5 „ 7 „	66 Min. 2. Brennstunde	Vers. 9 u. 10 zusammenhängend
10	21	„	170,95 „	2,4848	6 „ 13 „	6 „ 39 „	66 Min. 3. u. 4. Brennst.	
11	24	„	170,7 „	2,533	3 „ 36 „	5 „ 36 „	65 Min. 3. Brennstunde	Vers. 11 u. 12 zusammenhängend
12	25	„	173,9 „	2,452	6 „ 41 „	7 „ 7 „	60 Min. 4. u. 5. Brennst.	
13	32	„	171,6 „	2,5632	3 „ 21 „	4 „ 21 „	65 Min. 2. Brennstunde	
14	33	„	172,9 „	2,5392	5 „ 26 „	7 „ 21 „	67 Min. 4. Brennstunde	Vers. 13 u. 14 zusammenhängend
15	34	„	159,9 „	2,5778	7 „ 6 „	8 „ 6 „	65 Min. 2. Brennstunde	
16	35	„	160,8 „	2,5736	9 „ 11 „	11 „ 5 „	62 Min. 5. Brennstunde	Vers. 15 u. 16 zusammenhängend
17	41	Leuchtgas	185,2 „	3,544	10 „ 7 „	1 „ 33 „	61 Min. 4. Brennstunde	
18	42	„	173,7 „	3,584	2 „ 34 „	2 „ 55 „	73 Min. 6. Brennstunde	Vers. 17 u. 18 zusammenhängend
19	43	„	170,5 „	2,677	8 „ 21 „	9 „ 21 „	62 Min. 2. Brennstunde	
20	44	„	168,1 „	2,691	10 „ 23 „	10 „ 43 „	60 Min. 3.—4. Brennst.	
21	45	„	172,3 „	2,686	11 „ 43 „	12 „ 2 „	62 Min. 5. Brennstunde	
22	46	„	169,4 „	2,659	1 „ 4 „	2 „ 57 „	58 Min. 7.—8. Brennst.	Vers. 19—22 zusammenhängend

gestellt, so dass der Brennraum immer gleichmäßig ventiliert blieb. Auf diese Weise gelang es, Ventilationsluft zur Untersuchung zu bringen, welche die von der Flamme während der zweiten bis achten Brennstunde gelieferte CO_2 enthielt.

In den Versuchen 1—8, die sämtlich in die zweite Stunde nach Entzündung der Flamme fallen, schwankte die Ventilation zwischen 161,8 l und 178,5 l in der Stunde, der Prozentgehalt der Ventilationsluft an CO_2 zwischen 2,425 und 2,508; die Differenz im CO_2-gehalt beträgt 3,4 % des kleineren Wertes.

Von den Versuchen 9—22 müssen die mit der Flamme der Amylacetatlampe angestellten (9—16 umfassend) besonders betrachtet werden. In diesen betrug die niedrigste Ventilation 159,9, die höchste 173,9 l, und der CO_2-gehalt der Ventilationsluft lag zwischen 2,452 % und 2,5736 %; die Differenz im CO_2-gehalt beträgt 5 % des kleineren Wertes. Es besteht also kein wesentlicher Unterschied im CO_2-gehalte der Ventilationsluft, mag der Versuch in die zweite oder in eine spätere Stunde nach Entzündung der Flamme fallen. Ebenso differieren diese Werte von den in Versuch 1—8 gefundenen so wenig, dass sie als übereinstimmend angesehen werden können. Ganz dasselbe Verhältnis zeigen die mit der Leuchtgasflamme angestellten Versuche. In Versuch 17 und 18 beträgt die Ventilation 185,2 l und 173,7 l, der Gehalt der Ventilationsluft an CO_2 3,544 % und 3,584 %; in den Versuchen 19—22, die bei etwas kleinerer Flamme ausgeführt wurden, liegt der CO_2-gehalt zwischen 2,659 und 2,691 %, während die Ventilation zwischen 168,1 und 172,3 l schwankt. Es besteht also auch hier Uebereinstimmung im CO_2-gehalte der Ventilationsluft, gleichgiltig, ob der Versuch in die zweite oder eine beliebig spätere Brennstunde fällt.

Das Resultat, das sich aus dieser Versuchsreihe folgern lässt, kann dahin zusammengefasst werden, dass nach Ablauf einer Stunde die Luft eines Raumes, in welchem eine Flamme von mittlerer Grösse brennt, bei stündlich dreimaliger Erneuerung der Luft ihr Maximum an CO_2 erreicht, und dass der CO_2-gehalt in den späteren Stunden, sofern die Ventilation und die Zufuhr von Brennmaterial sich nicht ändern, innerhalb so geringer Grenzen schwankt, dass er als konstant betrachtet werden kann.

In einer zweiten Versuchsreihe stellte ich mir die Aufgabe, die Flammenhöhe zu messen, in der Meinung, dass sich vielleicht

zwischen dieser und dem CO_2-gehalte der Ventilationsluft eine bestimmte Beziehung finden lassen würde. Zur Messung der Flammenhöhe wurde folgende Einrichtung getroffen. Ein etwa 15 cm langer und 3 cm breiter Spiegel wurde an seiner spiegelnden Fläche so mit Millimeterpapier überklebt, dass in seiner Mitte nur ein schmaler Spalt übrig blieb, eben groß genug, um noch eine gute Beobachtung des Flammenbildes zu gestatten. Auf das Millimeterpapier wurde eine Zahlenskala aufgetragen. Diesen Spiegel befestigte ich der Flamme direkt gegenüber an der Innenfläche der einen Langseite des Kastens. Um das Spiegelbild der Flamme genau beobachten zu können, legte ich auf die andere Langseite des Kastens in der Höhe der Flammenspitze einen Streifen schwarzer Pappe, in welchen ein Loch von kaum mehr als 1 mm Durchmesser eingeschnitten war. Von diesem Loch aus konnte ich über die Spitze der Flamme hin scharf nach deren Spiegelbild visieren und an der Papierskala die Flammenhöhe ablesen, ohne dass die Beobachtung durch parallaktische Fehler getrübt worden wäre.

Die 12 in dieser Richtung angestellten Versuche sind in Tabelle II, nach der Höhe der Flamme geordnet, zusammengestellt. Der CO_2-gehalt der Ventilationsluft nimmt in ihnen augenscheinlich mit der größeren Flammenhöhe zu, ein Abhängigkeitsverhältnis beider von einander lässt sich wohl aus den beiden ersten Parallelreihen der Tabelle II herausfinden. Jedoch scheint mir vorläufig die durch wechselnden CO_2-gehalt hervorgerufene Vergrößerung oder Verkleinerung eines Gasflämmchens noch zu minimal, um als ein Maß für den CO_2-gehalt gelten zu können. Es ist möglich, dass es bei einer glücklicher gewählten Versuchsanordnung gelingt, das Verhalten eines Leuchtflämmchens als Kriterium für die Beurteilung des CO_2-gehaltes der Zimmerluft zu benutzen.

Tabelle II.

No. der Reihe	Fortlf. No.	% CO_2 der Ventilations-luft	Flammen-höhe	Ventilation
1	50	1,42	30—31 mm	169,7 l
2	47	1,399	30—31 „	164,7 „
3	48	2,226	32—33 „	170,6 „
4	49	2,063	32—33 „	172,1 „
5	46	2,659	33—35 „	169,4 „
6	44	2,691	34—35 „	168,1 „
7	43	2,677	35 „	170,5 „
8	45	2,686	34—36 „	172,3 „
9	38	2,708	35—38 „	173,9 „
10	41	3,544	43—44 „	185,2 „
11	42	3,584	43—45 „	173,7 „
12	40	3,915	45—47 „	178,3 „

Eine andere Reihe von Versuchen sollte ermitteln, ob bei gleicher Ventilationsstärke eine Veränderung im CO_2-gehalte der Ventilationsluft sich zeige, wenn diese an verschiedenen Stellen des Kastens abgesaugt würde. Zu diesem Zwecke habe ich, um die Luft aus der Nähe der Flamme abzusaugen, bei dem größeren Kasten eine 15 cm lange Glasröhre mittelst Gummistopfens in die Abzugsöffnung eingefügt. Bei dem neuen Kasten wurde die Luft abwechselnd durch den obersten und den untersten Rohrstutzen abgesaugt, während sie durch das unterste oder das oberste Loch eintrat, so dass der Ventilationsstrom das eine Mal in der Richtung von unten nach oben, das andere Mal in der Richtung von oben nach unten durch den Kasten ging. Eine einfache Überlegung musste zu der Annahme führen, dass die Ventilationsluft dann reicher an CO_2 sein müsse, wenn sie näher der Flamme abgesaugt würde, ferner dass eine Zunahme der CO_2 in der Ventilationsluft sich geltend machen könne, wenn der Luftstrom in der Richtung von oben nach unten den Kasten passierte; falls nämlich die CO_2, ihrer Schwere folgend, sich am Boden des Kastens ansammelte, so musste sie leichter von dem absteigendem Ventilationsstrom mitgerissen werden. Durch die Untersuchungen, die von verschiedenen Forschern hierüber gemacht worden sind, wurde die Richtigkeit dieser Annahme sehr in Zweifel gestellt. Renk[1]) sagt:

1) Fr. Renk, Die Luft. v. Ziemssen's und v. Pettenkofer's Handb. d. Hygiene I, 2, 2. Hälfte, S. 31.

„Neuere Untersuchungen über die Verteilung der Kohlensäure machten jedoch noch auf einen anderen hierbei zu berücksichtigenden Faktor, die mechanischen Strömungen in der Luft, im Gegensatze zu den Diffusionsströmen der einzelnen Gase aufmerksam“. (Forster, Zeitschr. f. Biologie Bd. II, S. 392; Erismann, ebend. Bd. XII, S. 315; Forster und E. Voit, ebend. Bd. XIII, S. 1.)

Forster hatte allein und später mit E. Voit die Beobachtung gemacht, dass unter gewissen Umständen eine Ansammlung von Kohlensäure in den unteren Partieen eines Raumes stattfinden könne, dann nämlich, wenn mechanische Strömungen, welche eine Mischung der verschiedenen Luftschichten verursachen könnten, fehlen. Die Erwärmung eines Raumes durch einen Ofen, ja selbst die Erwärmung, welche die Luft in Berührung mit dem menschlichen Körper erfährt, sowie das Umhergehen und Arbeiten von Menschen verursachten in jenen Versuchen Luftströmungen, die eine Mischung der Luft mit der künstlich entwickelten Kohlensäure herbeiführten. Erismann fand, dass, wenn CO_2 aus Chemikalien entwickelt und gleich temperiert mit der in seinem Versuchsraume enthaltenen Luft in diesen eingeleitet wurde, der größte Teil davon sich am Boden des Raumes lagerte, dass dagegen, wenn die CO_2 an der Einströmungsstelle erwärmt, oder wenn sie durch brennende Kerzen im Versuchsraume selbst erzeugt wurde, die Verteilung eine viel gleichmäßigere war als im ersten Falle. Es geht daraus hervor, dass für die Verbreitung der spezifisch schwereren Kohlensäure in der leichteren atmosphärischen Luft mechanische und besonders thermische Strömungen in höherem Grade in Betracht kommen als die Diffusion der Gase. „Hauptsächlich sind es die durch Temperaturdifferenz bedingten Strömungen in der Luft eines Raumes, welche zu einem raschen Ausgleiche des CO_2-gehaltes der Luft führen, gegen sie treten mechanische Bewegungen durch Ventilationsapparate und besonders die Diffusion bedeutend zurück.“

Budde[1]) kam bei seinen Versuchen zu ähnlichen Resultaten. Auch er konnte eine regelmäßige Abnahme des CO_2-gehaltes vom Boden gegen die Decke hin nicht nachweisen. Im Gegenteil zeigte sich, dass, wie auch die Form der Ventilation und die Art der

1) Budde, Ueber die Ventilation bewohnter Räume, Zeitschr. f. Hygiene Bd. VIII, S. 520.



Heizung gewählt werden mochte, kohlensäurereichere Luftschichten mit kohlensäureärmeren in verschiedenen Höhen wechselten.

Vergleichen wir die Resultate der in Tabelle III angeführten Versuche mit einander, so lässt sich nirgends ein deutlicher Unterschied im CO_2-gehalte der Ventilationsluft herausfinden, mag die Luft aus der Nähe der Flamme abgesaugt worden sein, oder mag der Ventilationsstrom von oben nach unten oder von unten nach oben gerichtet gewesen sein. Die Erklärung für diesen Befund giebt das oben angeführte Citat aus dem Werke von Renk.

Tabelle III.

Nr. der Reihe	Fortl. Nr.	CO_2-gehalt der abgesaugten Luft	Ventilation in der Stunde	Nr der Reihe	Fortl. Nr.	CO_2-gehalt der abgesaugten Luft	Ventilation in der Stunde
Glasröhre eingefügt				ohne Glasröhre			
1	53	1,408 %	175,2 l	1	65	1,4599 %	206,5 l
2	64	1,3195 „	175,9 „	2	58	1,295 „	222,1 „
3	62	1,134 „	179 „	3	56	1,2143 „	224,9 „
4	55	1,306 „	181,6 „	4	54	1,2285 „	225,15 „
5	57	1,4269 „	186 „	5	59	1,2778 „	232,6 „
				6	60	1,2726 „	233,3 „
Lufteintritt: unterster Rohransatz Luftaustritt: oberster „				Lufteintritt: oberster Rohransatz Luftaustritt: unterster „			
1	81	3,649 %	119 l	1	82	3,355 %	117 l
2	84	3,2159 „	119 „	2	83	3,1334 „	121,3 „
3	75	2,1873 „	129,9 „	3	76	2,295 „	132,3 „
4	87	2,996 „	174 „	4	88	2,9549 „	176 „
5	90	3,1415 „	174 „	5	89	2,959 „	195,3 „
6	80	2,2016 „	234 „	6	79	2,14 „	238,4 „
7	74	1,9289 „	262 „	7	72	2,0058 „	262,2 „
8	71	1,9557 „	265 „	8	73	1,998 „	264 „
9	77	2,0043 „	306,3 „	9	78	1,9512 „	307,4 „

Nachdem diese Fragen erledigt waren, wurde zur Bearbeitung des eigentlichen Themas, der Abhängigkeit des CO_2-gehaltes von der Ventilation, übergegangen. Um eine Grundlage für die Beurteilung dieser Abhängigkeit zu gewinnen, habe ich eine große Anzahl von Versuchen durchgeführt.

Bei denselben ist die Rechnung insofern erweitert worden, als aus dem analytisch gefundenen Wert für die bei jedem einzelnen Versuch erzeugte CO_2 die auf 1 l verbrannten Leuchtgases entfallende CO_2-menge berechnet wurde. Das verbrauchte Leuchtgasquantum wurde auf 0° und 760 mm Hg reduziert; eine Berücksichtigung des Gasdruckes hat dagegen nicht stattgefunden. Wie schon erwähnt, schwankt der Gasdruck in Erlangen zwischen 18—35 mm Wasser, die größte Differenz beträgt also ca. 20 mm Wasser oder ungefähr 1,5 mm Hg. Dieser Wert macht aber bei der Reduktion so wenig aus, dass man ihn, ohne dadurch einen irgendwie nennenswerten Fehler zu begehen, vernachlässigen kann.

Eine Analyse des Erlanger Leuchtgases, die zur Beurteilung der in den Versuchen gefundenen Werte für die von 1 l Leuchtgas gelieferte CO_2-menge herangezogen werden könnte, ist nicht gemacht worden. Als Anhaltspunkte dienten die von Fischer[1]) und Schilling[2]) gemachten Angaben. Nach dem ersten Autor giebt 1 cbm Leuchtgas bei der Verbrennung 0,570 cbm CO_2 oder, in g umgerechnet, liefert 1 l Leuchtgas 1,121 g CO_2. Nach Schilling entwickeln 100 Vol. Leuchtgas 68,08 Vol. CO_2, 1 l Leuchtgas also 0,681 l CO_2 oder 1,339 g CO_2. Wie ersichtlich, besteht zwischen beiden Analysen eine grosse Differenz (ca. 19 %), die sich aus der verschiedenen Zusammensetzung des Leuchtgases an den verschiedenen Orten erklärt. Aber auch in einundderselben Stadt ist die Zusammensetzung des Leuchtgases keineswegs konstant, da das aus den Retorten austretende Gasgemisch sich mit den unvermeidlichen Ungleichmäßigkeiten in der Beschaffenheit der Kohlen und in dem Gang der Verkokung ändert. Es war deshalb bei meinen Versuchen von vornherein anzunehmen, dass die auf 1 l verbrannten Leuchtgases berechneten CO_2-mengen keinen konstanten Wert ergeben, sondern eine in einer gewissen Breite hin und her schwankende Größe darstellen würden.

Die Ventilation hat bei meinen Versuchen zwischen 117—420 l in der Stunde gewechselt, d. h. die Luft in dem Kasten ist 3—10 mal stündlich erneuert worden.

Bei der schwächsten Ventilation, also bei einer Ventilation von 117 l in der Stunde betrug der Gehalt der abgesaugten Luft

1) Fischer, Chemische Technologie S. 963.

2) Schilling, Handbuch der Gasbeleuchtung S. 90.

an CO_2 rund 3,5 %. Das auffallendste hierbei war der außerordentlich niedrige Wert, der für die von 1 l Leuchtgas gelieferte CO_2-menge gefunden wurde. Er war jedenfalls sowohl nach den von Fischer und Schilling angegebenen Werten, als auch nach den Resultaten der Versuche mit höherer Ventilation um ein beträchtliches zu klein. Diese Erscheinung ist folgendermaßen zu erklären. Nach Erismann[1]) ist in einer Leuchtflamme eine vollständige Verbrennung nur möglich bei Anwendung von gereinigtem Leuchtmaterial, bei möglichst gleichmäßiger Zufuhr desselben zur Flamme, bei genügender Erhitzung an der Stelle, wo die Verbrennung stattfindet, damit die Vergasung der Kohlenwasserstoffe vollständig vor sich gehe, — und endlich bei einer gewissen Größe der Luftzufuhr. Bei den hier beschriebenen Versuchen spielt neben der allerdings nur wenig ungleichmäßigen Zufuhr des Leuchtgases zur Flamme letzterer Faktor die Hauptrolle: eine Ventilation von 117 l Luft in der Stunde reicht zur vollständigen Verbrennung des der Flamme zugeführten Leuchtgases nicht aus. Welche Produkte sich bei einer solchen unvollständigen Verbrennung bilden, habe ich nicht näher untersucht. Um aber dafür, dass in der That die Verbrennung unvollkommen bleibe, einen sichern Beweis zu liefern, habe ich die Anwesenheit von CO in der Ventilationsluft konstatiert, und zwar auf folgende Weise. Ein aus drei aneinander geschmolzenen geräumigen Glaskugeln bestehender Apparat[2]) wurde mit etwas Blut beschickt und in den Weg der Pumpenventilation eingelegt: enthielt die aus dem Kasten abgesaugte Luft Kohlenoxyd, so musste dies in dem Blute zurückbleiben. Es wurden in dieser Weise drei Versuche angestellt. Bei dem ersten ging der Pumpenstrom eine halbe Stunde durch etwa 25 ccm Blut, bei den beiden andern eine Stunde lang durch 5 ccm Blut. Die Ventilation betrug in den drei Versuchen 132, 150 und 159 l in der Stunde. Im ersten lieferte 1 l Leuchtgas 0,66411 g CO_2, im zweiten 0,96935 g CO_2 und im dritten 0,9283 g CO_2. Der Nachweis, dass sich in dem durchströmten Blute Kohlenoxydhämoglobin gebildet hatte, wurde durch das Spektroskop und die Natron-

---

1) Erismann, Zeitschr. f. Biologie Bd. XII, S. 320.

2) Der Apparat wird im hiesigen physiologischen Institute zur Demonstration der Farbenveränderungen, welche das Blut beim Durchleiten von CO, H_2S, CO_2, O und anderen Gasen erleidet, benutzt.

probe erbracht. Für den ersten Versuch fiel dieser Nachweis negativ aus. Dagegen wurde für die beiden andern Kohlenoxyd mit Sicherheit konstatiert: das Blut zeigte im Spektrum zwischen D und E die bekannten, den Oxyhämoglobinstreifen naheliegenden Absorptionsstreifen, die nach Zusatz von Ammoniumsulfid auch bei längerer Beobachtung nicht schwanden; ebenso zeigten nach Zusatz von 20 %iger Natronlauge die Blutproben die für Kohlenoxydhämoglobin beweisende zinnoberrote Färbung.

Wie groß musste nun bei meinen Versuchen die Ventilation sein, damit sie zur vollständigen Verbrennung des Leuchtgases genügte? Offenbar genügte sie dann, wenn bei der Analyse der Ventilationsluft so viel CO_2 gefunden wurde, als von dem verbrannten Gase erzeugt werden konnte. Nach Fischer soll 1 l Leuchtgas 1,12 g CO_2 liefern. Einen fast ebenso großen Wert, nämlich 1,1317 g CO_2, habe ich bei einer Ventilation von 174 l erhalten. Aus dieser Uebereinstimmung und mehr noch daraus, dass die CO_2-werte für 1 l verbrannten Leuchtgases auch bei ganz beträchtlich stärkeren Ventilationen nicht wesentlich von 1,13 g differierten, war mit Sicherheit zu entnehmen, dass eine Ventilation von 174 l unter den gewählten Versuchsbedingungen eine vollständige Verbrennung herbeigeführt habe.

Bei den Versuchen mit unzureichender Luftzufuhr ließen sich an der Flamme einige interessante Beobachtungen machen. Es zeigte sich nämlich bei einer stündlichen Ventilation von 117—160 l die Flamme so vollkommen entleuchtet, dass es absolut unmöglich war, sie mit dem Auge wahrzunehmen. Man hätte glauben können, sie sei erloschen, wenn nicht die größere Wärme, die an den Blechwänden des Kastens zu fühlen war, sowie das Wiederaufleuchten der Flamme beim Abheben des Kastens das Gegenteil bewiesen hätten. Diese Beobachtungen stimmen mit den von Rosenthal[1]) gemachten vollkommen überein. Rosenthal hatte, um diese Erscheinung demonstrieren zu können, einen aus enger, runder Oeffnung austretenden Gasstrahl entzündet, der eine schmale, leuchtende Flamme von 3—4 cm Höhe lieferte. Diese umgab er mit einem zylindrischen Glimmerschlot von 3 cm Durchmesser und 8 cm Höhe. Der Schlot wurde unten abge-

1) J. Rosenthal, Zur Theorie der Flamme. Münch. med. Wochenschr. 1888, S. 155.



schlossen durch einen messingenen Teller, welche von kleinen, den Brenner konzentrisch umgebenden Löchern durchbohrt war. Durch diese Löcher trat die Zimmerluft zur Flamme und entwich mit den Verbrennungsprodukten oben aus dem Glimmerzylinder. Legte man auf die Mündung dieses Zylinders einen Deckel so auf, dass diese nicht vollkommen abgeschlossen wurde, so zuckte die Flamme auf und rußte für eine ganz kurze Zeit, um dann scheinbar zu erlöschen; in Wirklichkeit brannte sie weiter, jedoch so vollkommen entleuchtet, dass sie nur bei tiefer Beschattung des Brenners eben noch zu sehen war. Rosenthal gibt für dieses Phänomen folgende Erklärung: „Wenn unsere Flamme in der gewöhnlichen Anordnung brennt, so strömt die atmosphärische Luft in Form eines zylindrischen Mantels an der in der Axe brennenden Flamme vorbei, und nur ein sehr geringer Teil des Sauerstoffes dieser Luft beteiligt sich an dem Verbrennnngsvorgang. Die Mischung zwischen Luft und Gas ist eine unvollkommene und genügt nicht zur Erzeugung einer nicht leuchtenden Flamme. Wird aber die Luftströmung durch starke Verengerung der Abzugsöffnung sehr herabgesetzt, so breitet sich das aus der Brennöffnung ausströmende Gas seitwärts aus, diffundiert in die es umgebende, fast ruhende atmosphärische Luft hinein und mischt sich so vollkommen mit ihr, dass die Verbrennung sofort (ohne vorherige Ausscheidung glühend werdender Kohlenpartikelchen) zur Bildung der nicht leuchtenden Flamme führt.“

Bei den Versuchen, in denen wegen unzureichender Ventilation die Flamme vollständig entleuchtet war, hat der Gehalt der Ventilationsluft an CO_2 nur in einem Versuche 4 % erreicht, in den übrigen hat er im Durchschnitt 3,5 % betragen. Dieser Befund steht in Widerspruch zu einer Beobachtung von Emmerich[1]) oder geht wenigstens über dessen Beobachtung wesentlich hinaus. Emmerich gibt an, dass, wenn der CO_2-gehalt der Luft auf 6 % steigt, die Flamme „klein und entleuchtet“ wird, dass sie bei 8 % CO_2 erlischt. Nach meinen Versuchen findet die Entleuchtung einer Flamme bei einem viel geringeren CO_2-gehalte der Luft statt, nämlich bei 3,5 %. Außerdem habe ich niemals beobachten können, dass vor der Entleuchtung die Flamme klein

1) Emmerich, Münch med. Wochenschr. 1888, S. 412.

würde, ich habe im Gegenteil stets wahrnehmen können, dass die Flamme sehr lichtschwach, dabei aber gerade sehr groß wird.

Bei welchem CO_2-gehalt der Luft eine Flamme erlischt, ist von mir nicht festgestellt worden.

Bei einer Ventilation von etwa 170 l stündlich und einem CO_2-gehalte der Ventilationsluft von etwas mehr als 2,5 % wird die Flamme wieder wahrnehmbar, sie brennt dann, wie erwähnt, sehr lichtschwach; nur ihre Spitze leuchtet, während der übrige Teil noch vollständig farblos ist. Dabei ist sie geradezu auffallend hoch, so dass sie beim Abheben des Kastens förmlich zusammenfällt.

Die Grenze, bei welcher die Flamme völlig normal erscheint, d. h. die gleiche Form und gleiche Helligkeit zeigt, wie wenn sie ausserhalb des Kastens brennt, dürfte nach meinen Beobachtungen bei einer Ventilation von 240 l in der Stunde und bei einem CO_2-gehalte der Ventilationsluft von etwas über 2 % liegen.

Diesen Angaben liegen die mit dem kleineren Kasten ausgeführten Versuche zu Grunde. Bei allen ist die Flamme dieselbe gewesen — sie hat ununterbrochen und unverändert, sowohl in den Pausen zwischen den einzelnen Versuchen wie während der Nacht, weiter gebrannt —, bei allen ist zu Beginn eine Stunde lang allein durch die Pumpenventilation ventiliert und dann erst die Heberventilation eingeschaltet worden, so dass also stets die während der zweiten Versuchsstunde erzeugte CO_2 bestimmt wurde.

Die Versuche, bei welchen die Flamme in dem größeren Kasten brannte, zeigen, wie aus der auf der nächsten Seite stehenden Tabelle IV, A zu ersehen ist, etwas andere Verhältnisse. Bei diesen Versuchen habe ich die von der Flamme während der ersten 30 bis 45 Minuten gelieferte CO_2-menge bestimmt; ein Gleichgewichtszustand im CO_2-gehalte der Ventilationsluft konnte dabei nach den früheren Beobachtungen noch nicht eintreten. Infolgedessen sind die von 1 l Leuchtgas gelieferten CO_2-mengen in diesen Versuchen viel geringer als in jenen mit einer ein- oder mehrstündigen Vorperiode. Dass der Fortfall einer Vorperiode in der That der einzige Grund für diesen Befund ist, beweisen die wenigen Versuche, bei denen absichtlich nicht die Ventilationsluft der ersten Versuchsstunde, sondern die einer späteren auf ihren CO_2-gehalt untersucht worden ist.

Tabelle IV, A.

Fortl. Nr.	Ventilation in der Stunde	CO_2 geliefert von 1 l Leuchtgas
	l	g
52	158,1	0,52894
51	159,9	0,47643
47	164,7	0,73947
37	167,1	0,79042
50	169,7	0,7672
38	173,9	1,0312
53	175,2	0,56084
39	175,8	0,87962
64	175,9	0,57534
66	176,5	0,65816
62	179	0,60496
61	180	0,64704
53	181,6	0,6236
41	185,2	1,0766
57	186	0,68523
36	197,3	0,97448
68	198	0,62827
65	206	0,65183
58	221,1	0,83302
56	224,9	0,82252
54	225,2	0,71177
63	227	0,7697
59	232,6	0,9221
60	233,3	0,86372
67	257	0,75206

Bei diesen Versuchen, die ich in der Tabelle IV, B zusammengestellt habe, betrug bei einer Ventilation von 170 l die von 1 l Leuchtgas gelieferte CO_2-menge 1,1182—1,2276 g; sie kommt also den von Fischer angegebenen Werten vollkommen gleich.

Die Versuche, bei denen die Flamme in dem größeren Kasten brannte, lehren also, von welcher Bedeutung die Innehaltung einer Vorperiode bei derartigen Untersuchungen ist. Eine vergleichende Prüfung der Zahlen der Tabelle IV, A zeigt, dass,

Tabelle IV, B.

Fortl. Nr.	Ventilation in der Stunde	CO_2 geliefert von 1 l Leuchtgas
	l	g
48	170,6	1,1972
45	172,3	1,19
49	172,1	1,1182
40	178,3	1,2276

wenn in der Ventilationsluft der ersten Versuchsstunde die CO_2 bestimmt wurde, die von 1 l Leuchtgas gelieferten CO_2-mengen so großen Schwankungen unterworfen waren, dass sich irgendwelche Beziehungen zwischen CO_2-gehalt und Ventilationsstärke nicht heraustinden lassen.

Die mit dem kleineren Kasten angestellten Versuche habe ich nach der Größe der Ventilation in der Tabelle V zusammengestellt. Der Gehalt der Ventilationsluft an CO_2 hat bei diesen Versuchen zwischen 4,002 °/₀ und 1,4531 °/₀, die Ventilation zwischen 117 l und 421 l geschwankt, die Differenz im CO_2-gehalte beträgt also im Maximum rund 2,5 °/₀, die in der Ventilation 300 l. Nähme der CO_2-gehalt der Ventilationsluft, wie man erwarten könnte, ganz gleichmäßig in demselben Maße zu, wie die Ventilation fällt, wäre also, um es kurz auszudrücken, der CO_2-gehalt umgekehrt proportional der Ventilationsstärke, so müsste bei einer Steigerung der Ventilation um 30 l eine Abnahme des CO_2-gehaltes um 0,25 °/₀ eintreten. Ein solches mathematisches Verhältnis lässt sich nun aus der Tabelle V nicht entnehmen. Ja, es unterliegt auch bei gleicher Ventilation der CO_2-gehalt der Ventilationsluft nicht unbedeutenden Schwankungen. Bei den Versuchen mit geringer Ventilation, bei welchen das Leuchtgas unvollständig verbrannte und jene Schwankungen außerordentlich hohe waren, wirkt dieser Umstand so störend, dass eine Beziehung zwischen CO_2-gehalt und Ventilationsstärke überhaupt nicht auffindbar ist. So finden wir in Versuch 76 bei einer Ventilation von 154 l stündlich die von 1 l Leuchtgas gelieferte CO_2-menge zu 0,6283 g und den CO_2-gehalt der Ventilationsluft zu 2,295 °/₀, in Versuch 111 bei einer Ventilation von 150 l stündlich die von 1 l Leuchtgas gelieferte CO_2-menge

Tabelle V.

Fortl. Nr.	Ventilation in der Stunde	CO_2 in der abgesaugten Luft	CO_2 geliefert von 1 l Leuchtgas
	l	%	g
82	117	3,355	0,83073
81	119	3,649	0.93055
84	119	3,2159	0,76674
83	121,3	3,1334	0,76247
75	129,9	2,1873	0,56793
110	132,2	2,9513	0,66411
76	132,3	2,295	0,6283
111	150	4,002	0,96935
115	154,1	3,842	0,9674
85	155,5	3,13	0,99102
112	159	3,578	0,9283
113	159,7	3,781	0,9619
87	174	2,996	1,0165
90	174	3,1415	1,1317
88	176	2,9549	1,0195
114	179,1	3,805	1,148
89	195,3	2,959	1,187
79	238,4	2,1408	1,1267
80	234,6	2,2016	1,1753
70	261,5	2,0262	1,1893
74	262	1.9289	1,111
72	262,2	2,0058	1,1541
73	264	1,998	1,12
71	265	1,9557	1,1303
69	272,6	1,9086	1,166
78	307,4	1,9512	1,287
98	323,5	1,948	1,2594
109	323,7	1,9925	1,0963
103	346,3	1,7439	1,1014
107	352,8	1,9644	1,1509
108	361	1,9103	1,1855
104	365,9	1,7059	1,2194
106	375	2,0082	1,253
105	386	1,6558	1,2461
96	393,3	1,5938	1,1886
94	395	1,5785	1,1924
95	397,5	1,5266	1,192
97	400,4	1,4913	1,1825
99	403,5	1,4886	1,1575
101	404,3	1,4531	1,1126
100	421,4	1,524	1,218

zu 0,96935 g und den CO_2-gehalt der Ventilationsluft zu 4,002 %. In den Versuchen dagegen, wo die Ventilation größer, und besonders wo für 1 l verbrannten Leuchtgases immer die gleiche CO_2-menge gefunden wurde, zeigt sich mit der Steigerung der Ventilation eine ganz gleichmäßige Abnahme im CO_2-gehalte der Ventilationsluft. Die Erklärung dafür, dass auch bei den Versuchen mit hoher Ventilation, wo die Verbrennung des Leuchtgases sicher eine vollständige war, die von 1 l Leuchtgas gelieferten CO_2-mengen noch gewisse Schwankungen aufweisen, — in unseren Versuchen zwischen 1,10 g und 1,29 g — ist zu suchen nicht sowohl in der wechselnden Zusammensetzung des Leuchtgases, als vielmehr in der ungleichmäßigen Gaszufuhr zum Brenner, welche auch während des messenden Versuches noch Schwankungen im CO_2-gehalt der Kastenluft herbeiführt.

Die praktische Nutzanwendung, die sich aus vorliegender Arbeit ergibt, ist vor allem die, dass in Räumen, deren Luft sehr viel Kohlensäure enthält, und in denen die Ventilationsverhältnisse ungünstig sind, Leuchtgasflammen sich zur Beleuchtung nicht eignen, einmal weil sie sehr lichtschwach brennen, dann aber besonders wegen der Bildung von Kohlenoxyd und anderen schädlichen Produkten einer unvollkommenen Verbrennung. Als solche Räume kommen in Frage häuptsächlich Gährkeller und die Arbeitsräume von Presshefefabriken, in denen nach der Schätzung von Hirt[1]) wenigstens in der Höhe von 2—2½ Fuß über dem Boden die Luft bis zu 10 % CO_2 enthält, während zugleich die Ventilationsverhältnisse häufig die denkbar ungünstigsten sind.

---

1) Hirt, Die Gasinhalationskrankheiten und die gewerbl. Vergiftungen. Handb. d. Hygiene von v. Ziemssen u. v. Pettenkofer Bd. II, 4, S. 51.

